

مبادئ

# المساحة المستوية والطبوغرافية

دكتور

عمر رشاد الدين مصطفى

دكتور

عمر حسن عبد الرحيم

كلية الهندسة - جامعة الاسكندرية

الناشر  
جلال حذى وشركاه  
بالاسكندرية









مبادئ

# المساحة المستوية

والطبوغرافيا

دكتور  
محمد شاذي الدين مصطفى

دكتور  
محمد حسني عبد الرحيم

لجنة المراجعة: جامعة الاسكندرية

١٩٩٨



بسم الله الرحمن الرحيم

## مقدمة

الحمد لله والثناء العظيم على الله هو الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله . وبعد ، فإننا نتقدم بهذه الطبعة الجديدة من هذا المؤلف إلى إخواننا من المشتغلين بالأعمال الهندسية ولإستصلاح وإستزراع الأراضى وإلى أبنائنا طلاب كليات الهندسة والإزراعة وأقسام العمارة بكليات الفنون .

وقد تناول هذا المؤلف في طبعته الجديدة الموضوعات الحاضرة لكل أساسيات علم المساحة المستوية والطبوغرافية مضيفين بعض الموضوعات الهامة التى لا غنى للهندس عنها فى الأعمال المساحية ، فبجانب التماس التاكيد على وتوضيح ترافرسات التيودوليت أوردنا جزءاً خاصاً بأعمال مستويات الأراضى وحساب الكميات الخاصة بالتسوية كما أضفنا جزءاً خاصاً بمخافات النقل ومنحنيات التوزيع الكسبى لكميات الآتية فى المشاريع .

هذا ويشتمل هذا المؤلف على العديد من الأمثلة والمسائل المحولة التى تمكن الدارس والمهندس على حد سواء من إستيعاب وفهم الموضوعات .

والمؤلفان يقدمان خالص الشكر والإمتنان إلى الأستاذ جلال حذى صاحب ومدير منشأة المعارف التى تساهم بأوفر الجهد فى سبيل نشر العلم والمعرفة فى

ربوع وطننا العربي الكبير ، كما يتقدمان بالشكر إلى الحاج / محمد بسيوني  
والعاملين بمطبعة رويال بالاسكندرية الدقة والسرعة الفائقة في إعداد هذا المؤلف.

• اللهم لا تؤاخذنا إن سبنا أو أخطأنا إنك أنت الصميع العليم •

توقيع سنة ١٩٨٣ م .

#### المؤلفان

د. محمد رشاد الدين مصطفى

د. محمود حسني عبد الرحيم



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

«ولمن خاف مقام ربه جنتان»

«مدين الله العظيم»



## تمهيد

المساحة فن تشأ مثل غيره من الفنون والعلوم في مصر القديمة منذ ٣٤ قرناً خلت وبالتحديد في عصر الملك سيزوستريس عندما أراد أن يثبت الملكيات الزراعية بفرض فرض الضرائب عليها . وهذا الفن أو العلم يبحث في الطرق المختلفة لتمثيل سطح الأرض تمثيلاً كاملاً بما يحتويه من معالم طبيعية - كالجبال والخصاب والوديان والأنهار والبحار - ومعالم صناعية كالمنشآت الهندسية المختلفة ، ويتم هذا التمثيل بأسقاط الجزء الذي يجرى دراسته من سطح الأرض على مستوى أفقى بمقياس رسم معين يوافق الفرض المطلوب ، ويطلق على المسقط الأفقى الذى يحصل عليه بالخريطة المساحية والى قديمين عليها أيضا الارتفاعات أو الانخفاضات للمعالم الطبيعية والصناعية بالنسبة لسطح مقارنة معين بالإضافة لحدود هذه المعالم .

وكأن المساحة تبحث في كيفية تمثيل سطح الأرض أو أجزاء منها على شرائط - وهو ما يطلق عليه اسم عمليات الرفع - فإنها تبحث أيضاً في عمليات تنفيذ المشروعات المقترحة على سطح الأرض من واقع لوحات التصميم وهو ما يطلق عليه اسم عمليات التوقيع .

واعتبر المساحة في الوقت الحاضر الممول الأول للمهندس في تخصصاته المختلفة فهي تقدم المهندس المدنى في دراسة السواد الأعظم من مشروعاته كتحديد مواقع

الاهمال الهندسية وتخطيطها وإنشاؤها سواء الكبيرة منها كالسدود والقناطر  
والخزانات أو الصغيرة منها كالمباني والمنشآت السكنية . وهي تستخدم المهندس  
الزراعى فى عمليات اتصالح وتقسيم وحصر وتسوية الاراضى ، وتخدم المهندس  
الميكانيكى فى ضبط تصوية قواعد الماكينات وضبط المحاور والاعمدة وحصر الكميات  
كذلك القياسات الدقيقة الخاصة بصناعة السفن والطائرات .

## أقسام المساحة

يمكن تقسيم علم المساحة إلى الأقسام الآتية :

### ١ - المساحة الجيوديسية العالية : (High geodetic Surveying)

تطلق هذه التسمية على هذا النوع من المساحة التي تختص بقياس وتحديد المناطق الشاسعة من سطح الأرض حيث يتم التعامل مع الشكل الحقيقي للأرض وبذا يدخل في الحسب تأثير كل من كرويتها واختلاف توزيع الكتلة داخلها .

### ٢ - المساحة الجيوديسية : (Geodetic Surveying)

وتختص بمعمل خرائط لمساحات أقبل من النوع الأول ويدخل في الحسب لهذه الأنواع من الخرائط تأثير كروية الأرض فقط ويهمل تأثير اختلاف توزيع الكتلة داخلها .

### ٣ - المساحة المستوية : (Plane Surveying)

وهي التي تختص بقياس المساحات الصغيرة وتهمل فيها كروية الأرض أي، تعتبر أن سطح الأرض مستو في المناطق المراد رصها ، وعلى هذا الأساس يمكن العمل في المساحة المستوية في منطقة تصل إلى ٥٠ كيلو متر مربع بدون أخطاء تذكر نتيجة إهمال كروية الأرض .

والبلدان التي لم تسمح بعد بعمل لها مساحة جيوديسية لتحديد أجزائها وحدودها أولاً ثم يعمل لها بعد ذلك مساحة مستوية بأقسامها المختلفة ومن ثم ينشأ لها خرائط بمقاييس رسم مختلفة لتتناسب أغراضاً متنوعة .

بجانب هذا التقسيم فإنه توجد تقاسيم أخرى حسب تكنولوجيا الرصد مثال ذلك المساحة الفوتوجرامترية أو المساحة التصويرية والتي يمكن تقسيمها إلى عدة أقسام من حيث طرق القياس فهي إما مساحة تصويرية أرضية أو مساحة تصويرية جوية ، وعموما فهي طريقة سريعة وحديثة للحصول على صور حثيفية لمساح الأرض وأبنائها الخرائط المختلفة الأغراض والأنواع ، ولتستخدم في عمليات حصر وتقييم الأراضي وكذلك حصر أنواع المحاصيل المختلفة لمعرفة مساحة كل نوع منها ، ولعمل الخرائط للمساحات الخاصة من واقع الصور الجوية المأخوذة لها .

و المساحة المستوية تنقسم إلى قسمين :

#### ١ - المساحة الطبوغرافية : (Topographical Surveying)

والغرض منها إنشاء ورسم الخرائط للمناطق المتسمة نسبيا مع بيان ما تحتويه من معالم صناعية وطبيعية وبيان ارتفاعات وانخفاضات سطح الأرض باستخدام خطوط السكتور كما سيأتي شرحه بالتفصيل فيما بعد

#### ب - المساحة المستوية التفريدية ( المساحة التفصيلية )

##### (Cadastra Surveying)

والغرض منها رسم وإنشاء خرائط تفصيلية أو تفريدية لأجزاء من الخرائط الطبوغرافية وذلك بقياس رسم أصكبر وذلك لإظهار التفاصيل والحدود للملكيات الزراعية والأماكن والمباني وغيرها . وسوف نتناول كل هذا تفصيلا في باب الخرائط الواردة بهذا الكتاب ، وتمتد الخرائط الطبوغرافية أساسا لعمل أي خرائط تفصيلية .

ونتناول هذا الكتاب أهم الطرق وأبسطها والمبادئ، والأسس التي تبحث في إنشاء الخرائط التفصيلية والبطوغرافية - كما يتناول أهم عمليات الرفع - وكذلك عمليات التوقيع

#### سطح المقارنة : (Datum)

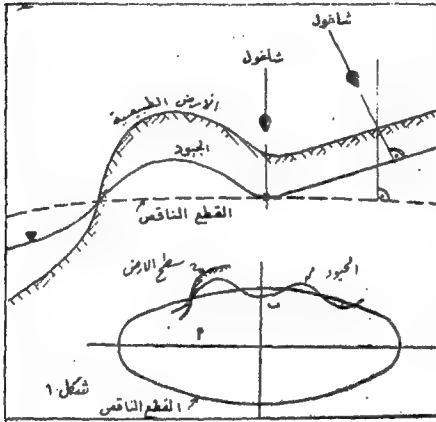
تنقسم الأعمال المساحية عامة إلى قياسات في مستوى أفقى وذلك لتحديد مواضع معينة لإيجاد مسافات أفقية لها ( عمليات الرفع والتوقيع ) - وقياسات في مستوى رأسي وهو تحديد إرتفاعات وإنخفاضات هذه المواضع عن مستوى معين ( عمليات المبرانيات )

ولتحديد هذه الارتفاعات نحتاج إلى سطح مقارنة ثابت لكي نأخذ إليه هذه القياسات ولهذا نأخذ السطح العمودي على اتجاه الجاذبية الأرضية في جميع نقطة أساسا للمقارنة ويسمى هذا السطح بالجيويد (Geoid) - وسطح البحر سطح متساوي جهد الجاذبية الأرضية لذلك فيستخدم دائما سطحا للمقارنة ، مع الأخذ في الاعتبار أن هذا السطح يزيد قيمة الجاذبية له كلما إتبناها إلى الشمال ونقل كلما إتبناها نحو الإستواء لذا فإن كل دولة أو قطر تسأخذ منسوب سطح البحر أو المحيط المحدد لها كنسوب لسطح المقارنة الخاص بها

وفي جمهورية مصر العربية يأخذ متوسط منسوب سطح البحر داخل ميناء الإسكندرية كسطح للمقارنة

## شكل الأرض

لأن سطح الأرض الطبيعية شكل غير منتظم ولا يمكن تمثيله رياضياً عن طريق معادلات رياضية إلا أن السطح المتوسط للأرض يكافئ في مجموعة السطح الدوراني الناتج من دوران قطع ناقص حول محوره الأصغر ( شكل ١ ) . وقد



استنتج أبعاد هذا القطع بواسطة أبحاث جيوديسية وجيوفيزيائية مختلفة وقد اختلفت قيمة كل من نصفي قطري القطع الناقص حسب ما استنتجه بعض علماء الجيوديسيا والجيوفيزيكا على مر القرنين التاسع عشر والعشرون . وقد إتفقت كل الأبحاث على أن الفرق بين طول نصفي القطرين للقطع هو في حدود ٢٠ كيلو متر



ويلاحظ أن قيمة نصف قطري الأرض لحايفورد (Hayford 1942) هي المستعملة دولياً وبالطبع فإن هذه القياسات لا يدخل فيها إرتفاع الجبال أو انخفاض الوديان إنما حددت على أساس سطح البحر . وإذا كان المطلوب هو تحديد مواقع عدة نقاط على سطح الأرض فإن لنا أن تصور النقاط التالية في حالة المساحة المستوية

— المسافة بين أى نقطتين تساوى المسافة بين مسقطيها على الجيود

— إرتفاع أى نقطة هو المسافة المقاسة بين هذه النقطة ومسقطها على الجيود

أى مد-وب هذه النقطة وهو المسافة المقاسة في اتجاه العمود كما هو مبين في شكل (١)

### وحدات القياس المستعملة في المساحة

لأن من ضمن ما يهتما في المساحة هو معرفة الوحدات المستعملة في قياس الأطوال والمساحات وكذلك وحدات الحجم

وقد استعمل الإنسان القديم وحدات طبيعية في القياسات مثل القدم والذراع ثم تطورت هذه الوحدات وتقدمت ، وقد اتفق الفرنسيون على إختيار المتر كمساحة أساسية للقياس الطولى وذلك في سنة ١٧٩٩

وأهم الوحدات المستعملة في الأعمال المساحية في جمهورية مصر العربية هي :

### الوحدات الطولية

١ متر	=	١٠ ديسيمتر	=	١٠٠ سم	=	١٠٠٠ مليمتر
١ كيلو متر	=	١٠ هكتومتر	=	١٠٠٠ متر		
١ ذراع بلدى	=	٠.٥٨ متر	=	٥٨ سنتيمتر		
١ ذراع معيارى	=	٠.٧٥ متر	=	٧٥ سنتيمتر	=	$\frac{٣}{٤}$ متر
١ قصبة	=	٣.٥٥ متر	=	٣٥٥ سنتيمتر		
١ بوصة	=	٢.٥٤ سنتيمتر	=	٢٥.٤ مم		
١ قدم	=	١٢ بوصة	=	٣٠.٤٨ سنتيمتر		
١ ياردة	=	٣ قدم	=	٩١.٤٤ سنتيمتر		
١ ميل	=	١٧٦٠ ياردة	=	٤٢٨٠ قدم		

### وحدات المساحة :

استنتج غالبا وحدة القياس للمسطوح من قياس الأطوال والوحدات المستعملة في المساحات هي :

$$\begin{aligned} \text{الفدان} &= ٤٢٠٠.٨٣ \text{ متر مربع} = ٤٢٠٠ \text{ مترا مربعا تقريبا} \\ &= ٢٤ \text{ قيراط} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{القيراط} &= ١٧٥.٠٣٥ \text{ متر مربع} = ١٧٥ \text{ متر مربع تقريبا} = ٢٤ \text{ سهم} \\ &= ٧٢٢٩٣ \text{ متر مربع} \end{aligned}$$

$$\text{الفدان} = \frac{١٠٠٠}{٣} \text{ قسبة مربعة}$$

$$\text{الذراع الممازى} = \frac{٩}{١٦} \text{ متر مربع} = ٥٥٦ \text{ م}^٢ \text{ تقريبا}$$

$$\text{الهكتار} = ١٠٠٠٠ \text{ متر مربع} = ١٠٠ \times ١٠٠ \text{ م}^٢$$

$$\text{أى أن ١ هكتار} = ٢٣٨٠٤٨ \text{ فدان} = ٢٣٨ \text{ فدان تقريبا}$$

### وحدات الحجم :

المتر المكعب هو ما هو أهم الوحدات المستعملة في حساب كميات الأتربة والمكعبات للبناء والخرسانات والمشتات

$$١ \text{ متر مكعب} = ١ \text{ مليون سم مكعب} = ١٠٠٠ \text{ لتر}$$

$$١ \text{ لستر} = ١٠٠٠ \text{ سم}^٣$$

### وحدات قياس الزوايا :

القائرة هي أساس وحدة قياس الزوايا — والمائرة تحوى أربعة أقسام متساوية عند المركز وتكون كل منها زاوية قائمة وكل قسم يسمى ربع المائرة وتقسم الزاوية القائمة أو أى جزء منها إلى درجات وأجزاء منها حسب التقسيمات الآتية :

#### (١) التقسيم الستيني :

وهو التقسيم القديم وفيه تقسم الزاوية القائمة أو الربع دائرة إلى ٩٠ قسم كل قسم يسمى درجة (١°) وكل درجة منها تحوى على ستون دقيقة (٦٠')

$$\text{والدقيقة الستينية } (1') = \left(\frac{1}{60}\right) = 0.01666 \text{ درجة}$$

وكل دقيقة منها تحتوى على (٦٠')

$$\text{والثانية الستينية } (1'') = \left(\frac{1}{3600}\right) = 0.0002777 \text{ درجة}$$

وهذا التقسيم يستخدم حتى الآن في مصر ودول العالم الثالث

#### (ب) التقسيم للتوى :

وهو التقسيم الجديد (١٩٤١) والذي يستعمل بكثرة في البلاد الأوروبية وفيه تقسم الزاوية القائمة أو الربع دائرة إلى ١٠٠ درجة جديدة أو ١٠٠ درجة

متوية أو ( g ١٠٠ ) وكل درجة متوية منها مقسمة إلى ١٠٠ دقيقة ( ٥١٠٠ )  
وكل دقيقة متوية مقسمة إلى ١٠٠ ثانية ( ٥٥١٠٠ ) وبهذا فإن .

$$٥٥١٠٠٠٠ = ٥١٠٠ = g \quad ١$$

$$٥٥١٠٠ = ٥ \quad ١$$

والتحويل من التقدير المئوي إلى التقدير المئوي نستعمل النسب الآتية :

$$(١) \text{ للدرجات } \frac{٣٦٠}{٤٠٠} = ٠.٩$$

$$(٢) \text{ للدقائق } \frac{٦٠ \times ٣٦٠}{١٠٠ \times ٤٠٠} = ٠.٥٤$$

$$(٣) \text{ للثواني } \frac{٦٠ \times ٦٠ \times ٣٦٠}{١٠٠ \times ١٠٠ \times ٤٠٠} = ٠.٣٢٤$$

والتحويل من التقدير المئوي إلى التقدير المئوي تكون نسب التحويل  
كالآتي :

$$(١) \text{ للدرجات } \frac{١٠}{٩} = ١.١١١$$

$$(٢) \text{ للدقائق } \frac{١٠٠}{٥٤} = ١.٨٥١٩$$

$$(٣) \text{ للثواني } \frac{١٠٠٠}{٣٢٠} = ٣.١٢٥$$

ويلاحظ أنه في التقدير الستين تكتب الزاوية منفصلة في درجاتها ودقائقها  
وتواليها فمثلا الزاوية  $1 = ٢٧^{\circ} ٥٢' ٤٨''$  بينما في التقدير المسوى تكتب  
الزاوية  $g = ٨٣.٦٤٥٧$

ولا يقال أنها  $٥٥.٥١ ٥٦٤ ٨٣g$

ويستخدم التقدير المتوى في الأعمال المساحية العادية لسهولة الحساب به أما في  
الأرصاد الفلكية فيستخدم التقدير الستين لسهولة تحويله إلى الحسابات الزمنية  
الفلكية وبالنسبة إلى علم الجغرافيا فإن شبكات خطوط الطول والعرض قد  
تبنت على أساس التقدير الستين وكذلك حساب الأوزنة ولهذا السبب فإنه  
لا يمكن الاستغناء عن التقسيم الستين

#### (ج) التقدير النابري :

التقدير النابري لزاوية ما وليكن  $\alpha$  هو النسبة بين طول القوس الذي يقبل  
هذه الزاوية والمقطع من دائرة مركزها رأس هذه الزاوية ونصف قطرها تق  
أى أن :

$$\frac{\text{طول القوس}}{\text{تق}} = \alpha \text{ بالتقدير النابري}$$

$$\text{والتقدير النابري لقفل الأفق} = \frac{\text{محيط النائرة}}{\text{تق}} = \frac{٢ ط تق}{تق} = ٢ ط$$

وهو يعادل  $٣٦٠^{\circ}$  والتقدير النابري لزاوية  $١٨٠^{\circ}$  يعادل ط

حيث  $\tau =$  النسبة التقريبية  $= \frac{22}{7} = 3.1416$  تقريبا

ويكون التقدير الدائري للزاوية القائمة  $= \frac{\tau}{4}$

والزاوية المركزة الى طول قوسها المقابل يساوى نصف قطر دائرتها تأخذ

كوحدة للتقدير الدائري ويرمز لها في المساحة بالرمز  $P$  وهي تساوى  $\frac{\tau^2}{\pi}$

حيث  $\tau$  تمثل الزاوية القائمة .

والتحويل من التقدير الدائري الى الستيني مستخدم النصب الآتية :

للدقائق  $P^\circ = \frac{180}{\tau} = 57.2958 = 57.3$  تقريبا

للدقائق  $P' = \frac{60 \times 180}{\tau} = 54.3774 = 54.3778$  تقريبا

للتواني  $P'' = \frac{3600 \times 180}{\tau} = 3062.628 = 3062.65$  تقريبا

للتحويل من التقدير الدائري الى التقدير الستيني مستخدم النصب الآتية :

للدقائق الستوية  $S_P = 57.2958$

للدقائق الستوية  $S_P' = 54.3778$

للتواني الستوية  $S_P'' = 3062.628$

## أمثلة محلولة

مثال ١ :

أوجد القيمة بالتقدير الدائري الزاوية  $^{\circ}24$   $^{\circ}51$

الحل

$$\widehat{p} = \frac{24 + 60 \times ^{\circ}51}{360} = \frac{5460}{360} = 15.1667$$

مثال ٢ :

ماهى قيمة الزاوية بالتقدير الستيني إذا كانت قيمتها بالتقدير الدائري  $9.0761$

الحل

$$\widehat{p} = 9.0761 \times 360 = 3267.756$$

$$= 3267.756 \div 60 = 54.4627$$

مثال ٣ :

أدير مستقيم طوله ١٠٠ متر بمقدار  $10^{\circ}$  من طرفه - ماهى المسافة التى يتحركها الطرف الآخر؟

الحل

المسافة التى يتحركها الطرف هى قوس دائرة نصف قطرها ١٠٠ متر وبقابل  $10^{\circ}$



∴ المسافة التي يتحركها الطرف الآخر =  $\frac{10}{p} \times \text{طول المستقيم}$

$$= 480 = 10000 \times 0.0000480 \text{ مم}$$

مثال ٤ :

ما هي الزاوية التي يقبلها قوس دائري طوله ٢٤ مم نصف قطره ٥٠ سم ؟

الحل

طول القوس = نصف القطر  $\times$  الزاوية بالراديان

$$24 \text{ مم} = 1000 \times \theta$$

$$\theta = \frac{24}{1000 \times 50} = 0.00048 \text{ راديان}$$

$$= 0.275^\circ$$

مثال ٥ :

ما هي الزاوية بالتقدير المئوي الجديد التي قيمتها بالتقدير الفئري ١٠٤٢٦٤٤ ؟

الحل

$$\theta = 0.00048 \times 10000 = 4.8 = 0.00048 \times 10000 = 4.8$$



# الباب الأول في استخدام أدوات القياس الطولي في الرفع

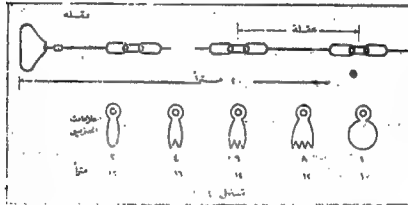
عملية الرفع هي بيان المعالم الموجودة في منطقة ما سواء أكانت طبيعية أو صناعية على خريطة بمقياس رسم مناسب . وهناك عدة طرق مختلفة للرفع وأبسطها التي يستخدم فيها أدوات القياس الطولي وبعض الأجهزة البسيطة . وقد أصرّح على تسمية طريقة الرفع هذه بالرفع بالجنزير أو المساحة بالجنزير باعتبار أن الجنزير كان وسيلة القياس الطولي الأساسية المستخدمة منذ زمن ليس ببعيد وبقيت هذه التسمية إلى الآن رغم وجود آلات وأجهزة مساحية أخرى أدق في قياس المسافات من الجنزير كالشريط الصلب وغير ذلك

## المساحة بالجنزير

المساحة بالجنزير هي أحد أنواع المساحة المستوية المستخدمة في رفع المساحات الصغيرة المكشوفة قليلة الارتفاعات والإنخفاضات ، وأساس الطريقة هو عمل مضلع - في الأرض المراد رفعها ورسم خريطة لها - مكون من مجموعة من المثلثات المتلاصقة يمكن قياس أطوال أضلاعها وذلك لأن المثلث هو الشكل الذي يمكن رسمه بمعرفة أطوال أضلاعه دون اللجوء إلى قياس زواياه ، وهذه الطريقة أرخص وأبسط الطرق حيث تستخدم فيها القياسات الطولية فقط .

### الآلات المستخدمة في المساحة بالجزير

(١) **الجزير** : يستعمل في قياس الأطوال على سطح الأرض، — ويصنع الجزير من أسلاك أو أسياخ من الحديد المبروم أو الصلب قطرها ٣ مم بطول ١٠ أو ٢٠ أو ٣٠ — ترا مقصدة إلى ٥٠ أو ١٠٠ أو ١٥٠ عقلة طول كل منها ٢٠ سم متصلة ببعضها بحلقات من نفس السلك بحيث تعتبر المسافة بين مركزي حلقتين متتاليتين من حلقات الجزير هي طول كل عقلة (شكل ٢)، ويتهى الجزير

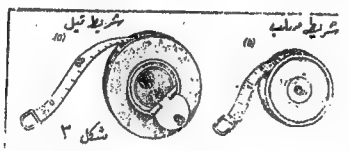


يقبضتين من النحاس وبين نهايتي القبضتين توجد علامات مميزة من النحاس ذات أسنان كل مقبرين تدل على الطول المقاس من بداية الجزير وحتى العلامة . فمثلا العلامة الأولى التي على بعد ٢ م تكون ذات سنة واحدة ، والثانية التي على بعد ٤ متر ذات سنتين ، والثالثة التي على بعد ٦ أمتار ذات ثلاثة أسنان والرابعة على بعد ٨ متر ذات أربعة أسنان ، والجزير الذي طوله ٢٠ متر ( وهو المستخدم غالبا ) توجد نهاية مستديرة في الوسط على بعد ١٠ أمتار يتكرر بعدها وضع العلامات المصنفة بالتقابل ( شكل ٣ ) وفي بعض الأحيان يكتب الطول من أحد أطراف الجزير مباشرة على أحد أوجه علامة نحاسية مستديرة وعلى الوجه الثاني المسافة من الطرف الثاني ، ويصنع الجزير على هيئة عقلة أسطوانية وفردية

وثنية . ربة قضى الجزير طرودتين أثناء القياس به لتسهيل القبض عليه وشدة في اتجاه القياس وكذلك لا مكان حمله على شكل حزمة صغيرة بعد الانتهاء من العمل ويربط بشرائط من الجلد . ويعتقد الجزير بأن يمسك من قبضته باليد اليسرى ثم يقذف به بقدة باليد اليمنى مع قضاء القبضتين باليد اليسرى ثم يأخذ شخص إحدى القبضتين ويفرده على الأرض مع ملاحظة عدم إنشاء العقل، وبعد انتهاء القياس يبدأ في جمعه من المنتصف مع جمع العقل مثلياً حتى يصبح عبارة عن حزمة .

ونظراً لأن طول الجزير عرض الزيادة والتقصان نتيجة الشد وأحياناً نتيجة الصيانة عند استخدامه بعد كمره فيجب معايرته والتحقق من طوله وذلك بمقارنته بالشريط الصلب من حين لآخر . وإذا وجد به خطأ يجب تصحيح هذا الخطأ كما سيأتى بعد في هذا الباب .

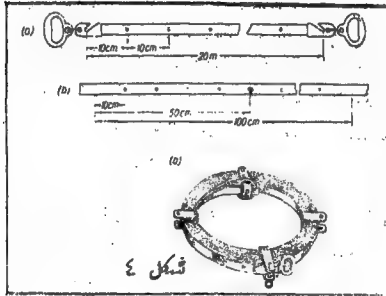
(٢) الشريط القليل : شريط من القليل داخل علبة من الجلد مقسم إلى أمتار باللون الأحمر وديسيمترات بالأسود والديسيمترات مقسمة إلى سنتيمترات وينتهي طرفه بحلقة نهايتها يسمى صفر الشريط ( شكل ) وأغلب الأشرطة بطول



٢٠ متر كما يوجد شرائط بطول ١٠ متر ، ٣٠ متر ، ٥٠ متر وتستخدم لأخذ

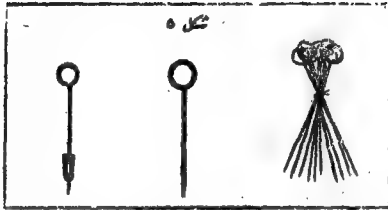
مقاسات المباني وعمل التحشيرة

(٣) الشريط الصلب : وهو نوعين إما شريط صلب ملفوف حول بكره وتسميه كالجزير ولكن العلامات تدفع على الشريط مباشرة (شكل ٤) . وتعمل في القياسات التي تحتاج إلى دقة أكثر من الجزير ، أو شريط صلب داخل حلقة مثل شريط التيل ومقسم أيضا إلى أمتار وديسمترات وسنتيمترات وأحيانا يقسم المتر الأول إلى ملليمترات شكل (٣)

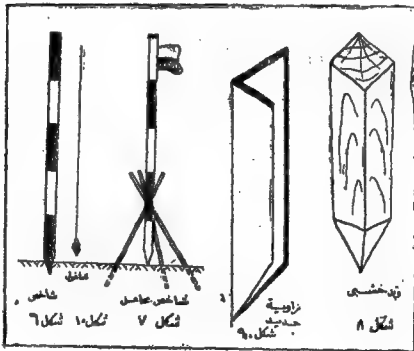


(٤) الشوكة : هي سبيخ من الحديد أو الصلب طولها حوالي ٣٠ سم وسنكها حوالي ٣ مم أحد طرفيها مدبب لسهولة غرسها والثاني ملتوي على شكل حلقة لاستخدامها كقبض . والشوكة تستعمل في بيان عدد مرات القياس بالجزير

وفي بعض الحالات تستعمل شوكه مزودة بثقل قريباً من طرفها ليجعلها تسقط رأسياً إذا ما تركت وتسمى في هذه الحالة بالشوكه المثقلة (شكل ٥)



(٥) الشخص : عبارة عن عمود أسطواني من الخشب قطره إحوالى ٥ سم وأحيانا مقطعه ممدس أو مشن منتظم ( وطوله فى المسادة يتراوح بين مترين ونصف وثلاثة أمتار وأحد طرفيه مدبب لسهولة غرسه بالأرض وملون بلونين متباينين (شكل ٦) وقد يوضح بأعلاه راية من القماش الملون لسهولة رؤيته من المسافات البعيدة (شكل ٧) والشواخص تستعمل لتعيين اتجاهات الخطوط على



للطبيعة وبالإحاطة أن تفرس رأيا تاما في الأرض ، إذا تغلغل غرسها لتستعمل لها حوامل خاصة (شكل ٧)

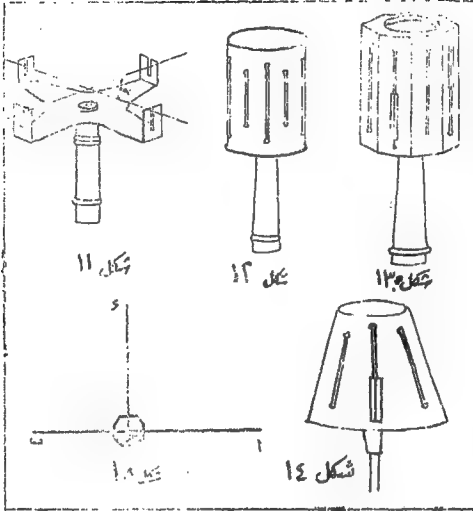
(٦) الوقت : قطعة من الخشب أسطوانية أو منشورية طولها حوالي ٣٠ سم وقطرها حوالي ٥ سم مبدية من أحد طرفيها ليسهل غرسها في الأرض ( شكل ٨ ) وتستعمل للدلالة على النقاط الثابتة وإن كانت النقطة يخشى عليها من الضياع تستعمل مواسير أو قضبان حديدية أو زوايا حديدية ( شكل ٩ ) تفرس في الأرض ويظهر منها مقدار ٢ - ٥ سم

(٧) لكل محيط الشقوق : عبارة عن قفل عادي وهو مختلف الأشكال وغالبا ما يكون مخروطي وتستعمل منه خيط متين لتعليق رأيا وهو يستعمل في عمليات التسمات وفي خيط رأسية حواف وأركان المباني شكل (١٠)

#### (٨) الثالث المساح :

له أشكال كثيرة وأبسطها يسمى التلك المكشوف شكل (١١) وهو مكون من أربعة أذرع متعامدة بها شروخ القطر من خلالها وهو مصنوع بحيث يكون كل شرخين متقابلين واقعين في مستوى رأسي واحد عمودي على مستوى الشرخين الآخرين ، وعط قاطع هذين المستويين هو عبارة عن المحور الرأسي للتلک المساح - وتنوع الناس في إما أسطوانة الشكل أو ذرئية أو حة منتظمة أو مخروطي الشكل كما في الأشكال ( ١١ - ١٤ ) ويصنع عادة من الخشب ، ويوجد بجداره أربعة شروخ رأسية تمتد أمتاعين متعامدين كما يوجد بعضها أربعة شروخ رأسية أخرى تتوابع رأيا ٥ ٥ . وتستعمل التلات المساح في تعيين الانحافات ومدنها وإقامة الأعمدة عليها

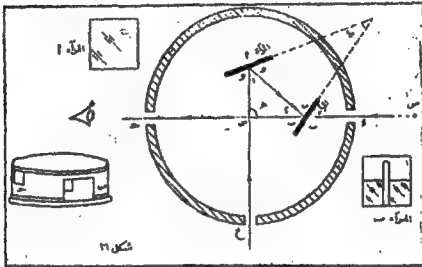




### (۹) التثلیث ذو الرايا والنشور الرئی

وهی أجهزۃ مستخدم لإقامة الأعمدة ومصممة علی أساس أنه إذا انعکس شعاع ضوئی مرتین متوالیین علی سطحین مائلین کانت الزاویۃ الواقعة بین الشعاع الساقط والمنعکس مساویۃ لنصف الزاویۃ الواقعة بین السطحین المائلین (شکل ۱۶)

فإذا جعلنا الزاوية بين هذين الوجهين  $٤٨^\circ$  فإن الزاوية بين الشعاعين تساوى  
زاوية قائمة



وفي شكل (١٦)

$$\begin{aligned} \text{الزاوية (١)} &= ١٨٠^\circ - ٥٢^\circ, \text{ الزاوية (٢)} = ١٨٠^\circ - ٥٢^\circ \\ \text{الزاوية هـ} &= (١٨٠^\circ - ٥٢^\circ) - (١٨٠^\circ - ٥٢^\circ) \\ &= ١٨٠^\circ - ٥٢^\circ - ١٨٠^\circ + ٥٢^\circ \\ &= ١٨٠^\circ - (٥٢ + ٥٢) \\ &= ١٣٦^\circ \end{aligned}$$

ولكن  $١٣٦^\circ \neq ٩٠^\circ$

$$\therefore \text{الزاوية هـ} = ١٨٠ - ١٣٥ \times ٢ = ٩٠^\circ$$

والمثلث ذو المزايا عبارة عن صندوق أسطواني قطره حوالي ٥ سم وسنمكه  
حوالي ٢ سم وله غطاء، وبالصندوق مرآتان ١، ٢ عموديتان على قاعدته بين

مستويها زاوية مقدارها  $\theta$  وبمحاط الصندوق فتحتان  $\alpha$  و  $\beta$  للنظر خلالها (المرآة - أحد نصفها غير منقوض) وفتحة الناتج  $\gamma$  يكن من خلالها انعكاس المرئيات على المرآة .

والمفتوح المرئى مشابه في تركيبه للثلاث ذو المرايا وهو عبارة عن مفتوح ذو خمسة أوجه إثنان منها مفتوحان يحملان عمل المرايا والزاوية بينها  $\theta$ .

### إقامة عمود من نقطة على خط مستقيم بالثلاث المساح

يوضع الثلاث المساح على حامل فوق النقطة المراد إقامة الأعمدة منها ، فإذا فرض اتجاه مثل  $\alpha$  ( شكل ١٥ ) وأريد إقامة عمود عليه من  $\beta$  مثلا نضع شاخصا في نقطة  $\gamma$  ونضع المهبساذ في نقطة  $\delta$  ونديره حتى تتمكن من رؤية الشاخص الموضوح في  $\beta$  خلال زوج من الفتحات المتقابلة وثبتته في هذا الوضع ثم ننظر خلال الزوج الآخر العمودى ونأخذ شاخصا حاملا شاخصا يتحرك حتى نرى الشاخص في نقطة مثل  $\epsilon$  و فيكون  $\delta$  و معيننا للاتجاه العمودى المطلوب

### طريقة إسقاط عمود من نقطة على خط مستقيم

نضع الثلاث المساح أو المفتوح المرئى أو الثلاث ذو المرايا على الخط  $\alpha$  بالنظر في وضع تقريبي مثل  $\beta$  ونرصد  $\gamma$  و نقيم العمود  $\delta$  و  $\epsilon$  بحيث يكون  $\delta$  موازيا بالنظر للخط  $\alpha$  ثم يقاس الطول  $\delta\epsilon$  ونحرك الثلاث المساح من  $\beta$  إلى  $\gamma$  مسافة تساوى  $\delta\epsilon$  فإذا لم تتمكن منه رؤيتها نسكرر العمل حتى نتحقق من رؤية  $\gamma$  ب  $\delta$  من  $\epsilon$  ثم نؤ من  $\delta$  أيضا .

القائمة عمود من نقطة على خط مستقيم بالثلث ذو الرأس :

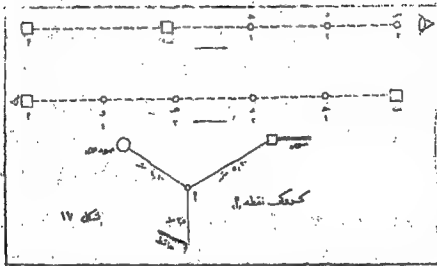
إذا أردنا إقامة عمود على اتجاه ما من نقطة عليه مثل س فننقب بالجهاز فوق نقطة س ( شكل ١٦ ) ونضع شاخصا في نقطة ص ثم ننظر من خلال الثقب ج والفتحة المقابل له د على الشاخص الموضوع في ص ثم نأمر شخصا بالتحرك بشاخص أمام الفتحة ع حتى نرى صورته المنعكسة في المرآة ١ على المرآة ب على امتداد الشاخص الموضوع في ص فيكون ممينا للاتجاه العمودي المطلوب ، وقد يتضمن هذا الجهاز في إيجاد مسقط نقطة معينة على اتجاه معلوم .

### تثبيت النقاط والتخطيط الخط المستقيم

#### تثبيت النقاط :

تثبيت مواقع النقاط في الغيط تستخدم الأوتاد الخشبية أو ذواها معدنية أو مواسير رقيقة أو مسامير . فبالأعمال المساحية المؤقتة تستخدم الأوتاد الخشبية أما النقاط الدائمة التي تحتاج إليها من وقت إلى آخر فتستخدم كتلة خرسانية مثبت فيها مسبار أو جاويط معدني

والنقط الدائمة مسجلة بمصلحة المساحة ويمكن الرجوع إليها في أي وقت أما النقاط المؤقتة التي يضمنها المساح لغرض معين فيجب عمل كروكيات لها بين موقع النقطة بالنسبة إلى معالم ظاهرة وثابتة في الموقع ( ثلاثة على الأقل ) وذلك بقياس أبعاد النقطة عن هذه النقاط المعالم كما هو مبين في ( شكل ١٧ ) وبمساعدة هذه الكروكيات يمكن معرفة مكان النقطة بالرجوع إليها بسهولة وتثبيت مواقع هذه النقطة من جديد في حالة إزالة الأوتاد أو الزوايا من أماكنها



وكما سبق ذكره تحدد النقط الموجودة على سطح الأرض بمساقطها العمودية على سطح المقارنة لذلك يجب رصد الاتجاه العمودي المسار بالنقطة ويمدد هذا الاتجاه بوضع شاخص رأسى فوقها

ويراهى عند تثبيت الشاخص أن يكون رأسيا تماما وذلك بمساعدة خيط شاغل أو برهان نسوية ، فإذا لزم تثبيت الشاخص فى أرض صلبة فيستخدم حامل ذو ثلاثة شعب لهذا الغرض

#### تخطيط الخط المستقيم :

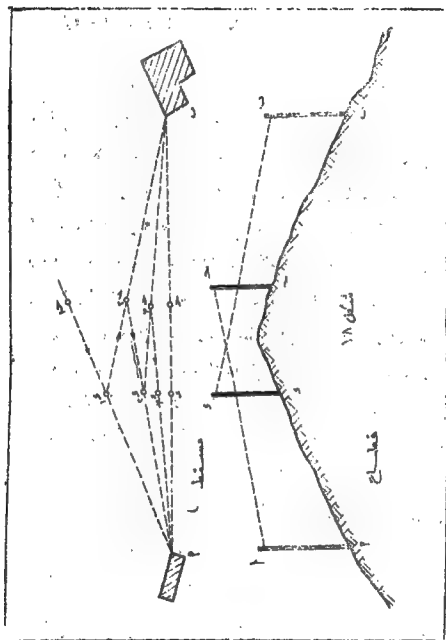
تخطيط الخط المستقيم معناه وضع عدة نقط على سطح الأرض تقع جميعها فى مستوى رأسى واحد وتكون المسافة بين هذه النقط فى الأراضي المنبسطة من ٥٠ متر إلى ١٥٠ متر وفى الأراضي الجبلية أو الوعرة من ٢٠ - ٥٠ متر ويمدد الخط المستقيم بنقطتين فيه ويكون واجب التخطيط هو تحديد عدة نقط تقع على احصافته وهنا يجب التمييز بين حالتين

١ - إذا كانت النقطة تقع خارج النقطتين المحددين للخط  $AB$  ، في هذه الحالة يوجه الراصد نفسه وهو ممسك بشاخص  $C$  على استقامة الخط  $AB$  المحدد بالشاخصين  $A$  ،  $B$  ويحدد النقطة  $C$  بحيث تطبق الفواخص الثلاثة  $C$  ،  $B$  ،  $A$  على بعضها ، وبالمثل يمكن تحديد النقطة الأخرى  $D$  ،  $E$  ، وباستعمال هذه الطريقة يمكن تخطيط مستقيم طوله واحد كيلو متر بدقة كافية وذلك بالمعين المجردة شكل (١٧)

٢ - إذا كانت النقطة تقع بين النقطتين  $A$  ،  $B$  المحددة للخط ، في هذه الحالة يجب الإستمالة بأحد المساعدين الذي يتحرك بالقرب من الخط ممسكا شاخصا بيده ويوجه الراصد إلى الأمام والخلف إلى أن تطبق الشواخص الثلاثة  $A$  ،  $B$  ،  $C$  على بعضها ويراعى هنا أن تحدد النقطة البعيدة أولا فإذا كان الراصد موجودا عند النقطة  $A$  فإنه يحدد النقطة  $C$  أولا ثم النقطة  $B$  ثم النقطة  $E$  وهكذا إلى أن ينتهي عند النقطة  $A$  ( شكل ١٧ )

تخطيط خط مستقيم لا يمكن رؤية إحدى نهايتيه من الأخرى بسبب بعد المسافة أو وجود مرتفع بينهما :

لأجراء ذلك نختار نقطتان  $C$  ،  $D$  ، تتوسط المسافة بين  $A$  ،  $B$  بحيث يمكن رؤيتهما من كل نهايتي الخط ،  $A$  ،  $B$  ويوضع فيها شاخصان . من نقطة  $C$  يوجه الشاخص  $D$  في الاتجاه  $C$  ، ثم يثبت في نقطة  $D$  . بعد ذلك يوجه الشاخص  $C$  في الاتجاه  $D$  ،  $B$  ثم يثبت نقطة  $C$  . يوجه الشاخص  $D$  في الاتجاه  $C$  ،  $E$  ثم يثبت في نقطة  $E$  . وبكرار العمل هكذا إلى أن يصل إلى وضع يمكن فيه من نقطة  $C$  رؤية الشواخص  $C$  ،  $D$  ،  $E$  ، من نقطة  $D$  الشواخص  $D$  ،  $C$  ،  $E$  على استقامة واحدة - في هذه الحالة تقع النقطة  $A$  ،  $C$  ،  $D$  ،  $E$  ،  $B$  على خط مستقيم شكل (١٨)



## قياس خط بالجزير أو الشريط الصلب

### أولا - إذا كانت الأرض متباعدة

تحدد نهاية الخط بـ ١ بشاخصين ويقوم بالقياس رجلان - الأمامى والخلفى - فيأخذ الأول (الأمامى) ١ شوك معه ويفرد الجزير أو الشريط في اتجاه الخط ويقبض بيده اليمنى على أحد المقبضين أو نهاية الشريط ويلصقه بشوكه مراريا أن تكون رأسية تماما ويسمى الخلفى القبض الآخر أو صفر الشريط ويثبت فوق النقطة (١) ، ويرجه الأمامى حتى تصبح الشوكاة التي بيده واقعة في اتجاه الخط بـ ٢ عندئذ يترك الأمامى الجزير أو الشريط ويشده ثم يثبت الشوكاة عند نهايته ، بعد ذلك يترك الأمامى الشوكاة الأولى في مكانها ويسير بالجزير أو الشريط في اتجاه الخط إلى أن يصل الخلفى إلى الشوكاة فوجه الأمامى كما سبق حتى تقع الشوكاة الثانية التي بيده الأمامى على استقامة الشاخص بـ ٣ والشوكاة الأولى . عندئذ يترك الأمامى الجزير أو الشريط جيدا ثم يثبت الشوكاة الثانية عند نهايته فيستمر العمل بهذه الكيفية حتى يصل إلى نقطة بـ ٤ فيكون طول الخط بـ ١ بالمتر = عدد طرحات الجزير  $\times ٢٠$  مضافا إليها طول الجزء الأخير من الخط ويلاحظ أن عدد طرحات الجزير هو نفسه عدد الشوك الذي يحملها الخلفى

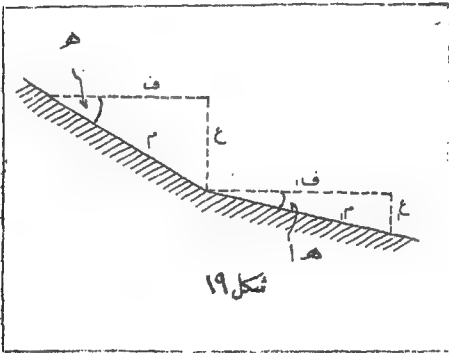
### ثانيا - الأرض متضخمة ومنظمة الانتعاش

لمساكن المطلوب هو رسم مسقط أفق للناطق المطلوب رفعها ، لذا يجب الحصول على المساطات الأفقية للمسافات المائلة ، لذلك تقاس المسافة المائلة بـ ١ بالطريقة السابقة - ثم بحسب المسافة الأفقية بعد ذلك بإحدى الطريقتين الآتيتين :



# ١ - معلومة فرق ارتفاع طرفي الخط-

لذا قيس البعد الرأسى بين طرفي الخط المائل المقاس بواسطة الشريط وخيط  
العاغول أو المدايمية (شكل ١٩) فإنه يمكن حساب للمسافة الأفقية من المادة



(١) ...

$$F = \sqrt{M^2 - E^2}$$

حيث : ع = البعد الرأسى بين طرفي الخط المائل

ف = المسافة الأفقية م = المسافة للمائل

يمكن حساب ف بطريقة تقريبيه من المعادلة :

$$(٢) \dots \quad \boxed{f = l - \frac{e^2}{l}}$$

ب — معلومية زاوية الانحدار سطح الأرض

إذا كانت زاوية الانحدار هي  $e^\circ$  (شكل ١٧) فإنه المسافة الأفقية  $f$  يمكن حسابها من المعادلة :

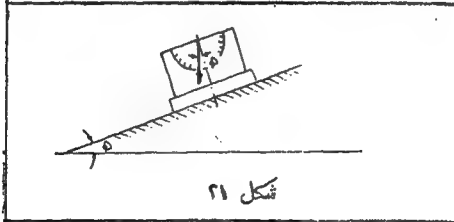
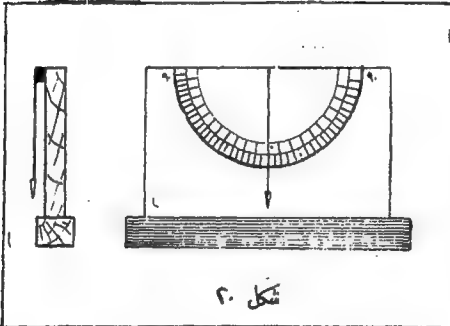
$$(٣) \dots \quad \boxed{f = l - \text{جنا هو}}$$

وهناك معادلة تقريبية يمكن منها مباشرة إنتاج الطول الأفقي  $f$

$$(٤) \dots \quad \boxed{f = l - 0.0014 \cdot l^2 \text{ هو}^2}$$

وهذه المعادلة تعطي نتائج كافية جداً إذا كانت الزاوية صغيرة ولا تعتمد على  $l$  ، وتقاس زاوية ميل الأرض بأجهزة مختلفة أبسطها هو جهاز الكليشومتر أو جهاز قياس الميل وهو يتركب في أبسط أنواعه من لوحة مستطيلة من الخشب مثبتة عليها منقلة نصف دائرية دقتها حتى نصف درجة ويتبدل من مركزها خيط شاغول (شكل ٢٠) ، وهذه اللوحة مثبتة في قاعدة أفقية من الخشب . ولإستعماله في قياس زاوية الميل على سطح المنحدر في إنجساء الخط المراد قياسه فنجد أن خيط الشاغول يأخذ وضعاً رأسياً دُماً — وينطبق على قسامة المنقلة فنحصل على زاوية الميل الظولية (شكل ٢١) .

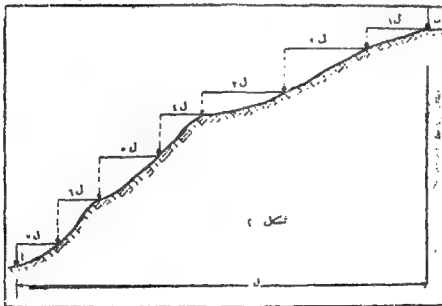
وهناك نوع آخر شائع الاستعمال ويتركب من مسطرتين متصلتين ببعضهما  
لتصلا مفصليا بحيث يمكن تغيير الزاوية المحصورة بينهما وقياسها بواسطة قوس  
من النحاس على شكل ربع دائرة مقسم إلى الدرجات وأجزاءها من صفر إلى ٩٠°  
ومركب على المسطرة العليا عند المفصلة - وبالمسطرة العليا ميزان عمودية  
بتوسطها وبه يمكن ضبط هذه المسطرة أفقيا



ولإستعمال هذا الجهاز يلزم وضع لوح طويل من الخشب على الأرض المسامكة  
ثم يوضع هذا الجهاز بصفة السفلى على اللوح المذكور وترفع الساق العليا إلى أعلى  
حتى تصبح أفقية ويستدل على ذلك بواسطة مسير ان التصوير المثبت فوق هذه  
الساق ثم تقرأ الواوية الواقعة بين الساقين فتسكون هي زاوية الانحدار سطح  
الأرض .

### ٣٣ - الأرض متعرجة والانحدار غير منتظم

إذا كان ميل الأرض غير منتظم فتتبع طريقة السلام للحصول على طول  
المسقط الأفقى الخط ، حيث يبدأ القياس من النقطة العليا فيمسك الحلقى مقبض  
الجنويزر أو بداية الشريط و يمسك الأمامى المقبض الآخر أو علامة من علامات  
الجنويزر أو الشريط يتوقف لإختيارها على درجة ميل الأرض حيث يسكون فرق  
الإرتفاع موقولا وبعد الجنويزر أو الشريط أفقيا في الإتجاه (ب شكل ٢٢)  
وبمساعدة خيط شاذول يمكن تحديد النقطة هـ ويسكرر القياس إلى أن يصل إلى  
النقطة ب ويسكون الطول الكلى لمسقط (ب مساويا لمجموع الأطوال المقاسة  
لـ + لـ + لـ + ... + لـ



### الاحتياطات الواجب مراعاتها أثناء القياس بالجنزير :

- ١ — على الخافى أن يوجه الأمامى بعناية في اتجاه الخط.
- ٢ — يجب أن يشد الأمامى الجنزير بعد ثلثه عدة مرات وقبل تثبيت الشوكة.
- ٣ — يثبت الأمامى الشوكة خارج مقبض الجنزير والخافى داخله .
- ٤ — يقارن طول الجنزير بالدرج الصلب لتأكد من طوله الفعلي .

### الأخطاء في قياس الأطوال بالشرائط أو الجنزير

سبق أن بينا كيفية الحصول على المسافات الأفقية الأطوال المقادة إلا أن هذه الأطوال يجب أن يجرى لها تصحيحات لأخطاء قد تحدث نتيجة القياس بجنزير غير مضبوط أو أن يجرى القياس بتطبيق الجنزير أو الشريط عملياً حراً من طرفيه مما يتسبب منه ترخيم في منتصفه .. الخ . وفيما يلي تذكر كيفية إجراء التصحيحات الأخطاء المختلفة :

#### ١ - الخطأ الناتج من القياس بجنزير أو شريط غير مضبوط :

إذا اختلف طول الجنزير أو الشريط الفعلي  $L$  عن الطول الاسمي  $L$  فإنه يمكن تصحيح المقاسات المأخوذة بالجنزير والشريط غير المضبوط وذلك كما يلي :

$$C = \frac{\text{تصحيح للطرح الواحد ح}}{L} = L - L$$

فيكون التصحيح الكلى في طول الخط  $= C \times \text{عدد الطرحات}$  .

ويمكن مباشرة حساب الطول المصحح لخط المقاس من المعادلة الآتية :

$$(٥) \dots \frac{\text{الطول الحقيقي للخط}}{\text{الطول الجبري أو الشريط الحميبي}} = \frac{\text{الطول الخطأ للخط}}{\text{طول الجذر أو الشريط الاسمي}}$$

ولذا إستخدم الجذر أو الشريط الخطأ في قياس أبعاد قطعة أرض بغرض حساب مساحتها فإن المساحة الحقيقية يمكن حسابها من المعادلة الآتية :

$$(٦) \dots \frac{\text{المساحة الحقيقية}}{\text{المساحة الخطأ}} = \frac{(\text{طول الشريط الحقيقي})^2}{(\text{طول الشريط الاسمي})^2}$$

٢ - الخطأ الناشئ عن الترقيم (Sag)

وهذا الخطأ ينشئ عن عدم أفقية الجذر تحت تأثير ثقله عند تعليقه حرراً من طرفيه يأخذ شكل منحنى الكنتية المعروف في المستوى الرأسى فيكون الطول المقروء عبسارة عن قوس المنحنى بينما الطول المراد هو وتر هذا المنحنى ويكون التصحيح كما على :

إذا كان الترقيم عند منتصف المسافة هو ت

وطول الشريط أو الجذر هو ل

فيمكن المسافة الحقيقية بين نقطتي تعليق الشريط أو الجذر هي ف التي يمكن حسابها من المعادلة :

$$(٧) \dots \text{ف} = \text{ل} - \frac{\text{ت}^2}{٢\text{ل}}$$

٣) الخطا الناشئ من التوجيه : وينتج عنه في القياس خط متكرر بدلا من الخط المستقيم وبذلك نحصل على طول أكبر من الحقيقة . يمكن الحصول على الطول المضبوط باستخدام المعادلة (٢) باعتبار (ع) هي مقدار الزحرجة لنقط الخط من موضعها الصحيح.

٤) الخطا الناشئ عن عدم الملية الشريط أو الجزير : وينتج عند القياس في مستوى مائل - وبذلك نحصل على طول أكبر من الحقيقي والتصحيح يتم في هذه الحالة باستخدام المعادلات (١) إلى (٤).

٥) الخطا الناشئ عن الأهمال في عد وغرس الشوك وقراءة مسور الجزير : وهذا يمكن تلافيه بالإهتمام أثناء إجراء العمل .

#### رفع التفاصيل على الخريطة

ويطلق على هذه العملية اسم التفريد أو التحفية ، ولرفع تفاصيل قطعة من الأرض تتبع الخطوات الآتية :

١ - رسم كروكي للمنطقة بعد التجول فيها .

٢ - تعيين نقط أساسية لتحديد خطوط الميركل العام في المنطقة (المضلع) وهو عبارة عن مجموعة من المثلثات المتجاورة والتي يمكن قياس أطوال أضلاعها لذلك يجب مراعاة إمكانية الرؤية والقياس بين كل نقطتين متاليتين ، وأن تكون خطوط المضلع قريبه من حدود المنطقة وبعبارة أخرى حركة المرور ما أمكن ، ولانقل الزوايا بينها من ٣٠° ، ولاتزيد عن ١٢٠° . ويطلق اسم خط الجزير على كل خط من خطوط الميركل ، كما يراهي أن تكون أطوال الأضلاع في حدود ١٠٠ - ٢٠٠ متر .





المعروف على خط الجزيرة رقياسها ولديها نتائجها في دة - ساعة فقط مع قراءات  
الجزيرة المقابلة لها ، واكى لا تختلط أطوال الإحداثيات مع أطوال الجزيرة  
لكتب الأخيرة دائما بين خطين متوازيين كما هو مبين في شكل (٢٣) .

أما إذا كانت المعالم المطلوب رفعها غير منتظمة فتقسم إلى عدة أطوال يمكن  
إعتبار كل منها خط مستقيم ثم تؤخذ لها الإحداثيات اللازمة .

أما إذا كان المطلوب رفع حدة له انحناء منتظم مثل خط سكة حديد أو سور  
حديقة فتؤخذ الإحداثيات على أبعاد مقسورة على خط الجزيرة .

وعندما تزيد أطوال الإحداثيات عن طول الشريط المستعمل في قياسها  
(٢٠ متر) فيستخدم السبورة خطوط أخرى إضافية .

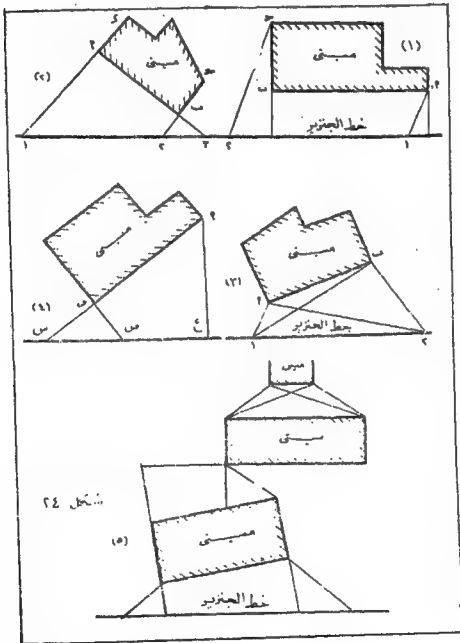
٥ - يجب قياس الخطوط لتحقيق قبل مفادرة المنطقة وهي خطوط إضافية  
تأخذ في المخطط مثل أقطار الأشكال الرباعية أو خطوط تصل بين نقط معلومة  
على أضلاع المثلثات المختلفة وذلك لتحقيق العمل عند رسم الخريطة .

### طرق رفع المباني

تختلف طرق رفع المباني من مبنى لآخر حسب ظروف كل مبنى ، ولكن  
تتفق جميع الطرق في قياس الأبعاد الخارجية للمبنى إن أمكن ، وفيما يلي  
بعض طرق رفع المباني :

- ١ - ( إذا كان المبنى مجاورا لخط الجزيرة وموازيا له بالتقريب تتبع الطريقة  
العادية بإسقاط الأعمدة من النقطة (١) ثم يقاس البعدان ( ١١ ) ، ( ٢٥ )  
وذلك كنسوع من التحقيق حيث ( ١ ) ، ( ٢ ) هما قراءتان صحيحتان على خط  
الجزيرة ) يستعمل أن تكون إحدى علامات الجزيرة ( شكل ٢٤ - ١ ) .

- ٢ - إذا كان المبنى مائلا برأوية صغيرة على خط الجنزير (شكل ٢٤ - ٢) بحيث يمكن قراءة تقاطع امتداد واجهة المبنى الطولية مع خط الجنزير فإن مواقع تقاطع امتداد الوجهين ١ ب، ١ و، ١ ح ب تحدد مع خط الجنزير (النقط ٢، ١، ٢، ١ على الترتيب) ثم يقاس البعد ١ ب، ١ ح، ٢ ب، ٢ ح والرباط ب ٢.



٣ - كل مبنى يمكن رفعه بطريقة التمشية المثلية ، وتتلخص هذه الطريقة في قياس الأبعاد ١١ ، ٢١ ، ١ ب ، ١ ب ، ٢ كما هو مبين في شكل ( ٢٤ - ٣ ) حيث ١ ، ٢ هما قراءتان صحيحتان على الجنزير - بذلك يتحدد مكان الواجهة ١ ب .

٤ - إذا كان البنى مائلا بزاوية كبيرة على خط الجنزير يحدد إمتداد الواجهتين ١ ب ، ٢ ب مع خط الجنزير ثم تقاس الأطوال ب س ، ب ص والرباط ١ ع العمودي على خط الجنزير شكل ( ٢٤ - ٤ ) .

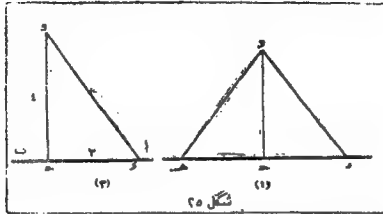
٥ - يمكن رفع مبنى آخر سبق رفعه وذلك كما هو مبين بالفكل ( ٢٤ - ٥ ) .

#### بعض العمليات المستخدمة عند عمل مساحة بالجنزير

١ - الآلة مموذ من نقطة على الجاه معلوم

١ - تقاس ٤ مائتان متساويتان ح و ح = ح ( أقل عن ٥ متر ) على جانبي النقطة المراد إقامة العمود منها ح . تثبت حلقة الشريط عند و ، ونهايته في نقطة ح ثم يمد من المنتصف فتحدد نقطة و فيكون ح و هو العمود المطلوب ( شكل ٢٥ - ١ ) .

ب - ويمكن إستخدام طريقة مثلث ٣ - ٤ ٥ القائم الزاوية فيفرد الشريط بطول ١٢ متر وتثبت حلقة الشريط عند نقطة و بمسند من ح المراد إقامة العمود منها ٣ متر على الإجهاد ١ ب ، ثم تثبت القراءة ٣ متر في نقطة ح ، والقراءة ١٢ متر عند نقطة و ويشد الشريط جيدا عند القراءة ٧ متر فنحصل على و ، ويكون ح و هو العمود المطلوب ( شكل ٢٥ - ٢ ) .



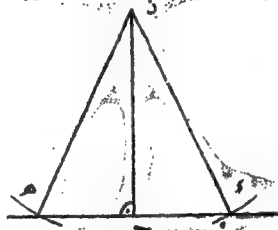
٢ - الزايل عمود على اتجاه نقطة خارجه عنه

يمكن إجراء ذلك بأحد الطرق الآتية :

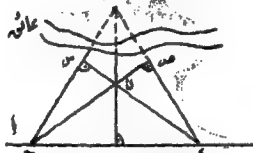
١ - بطول ثابت من الشريط ومن نقطة ( و ) نحدد النقطتان و هـ على الخط و ثم نصف المسافة بينهما في نقطة هـ فيكون هـ هو العمود المطلوب (شكل ٢٦ - ١) .

ب - أما إذا لم يمكن الوصول إلى النقطة ( و ) وكان طول العمود أكثر من طول الشريط المستخدم فنحدد النقطتان و هـ على الخط و ب ، من و هـ نسط العمودين و س ، هـ من على الخطين و هـ ، و هـ بالطريقة السابقة فيتقابلان في النقطة هـ - امتداد و هـ يتقابل ب في نقطة هـ ويكون الخط و هـ هو عمودها على ب (شكل ٢٦ - ٢) .

ج - ويمكن إجراء هذا أيضا بأن نقيم من نقطة ل عمودا على الاتجاه و ب ونأخذ عليه النقطتين و ج بحيث يكررت ل و ب هـ . نحدد النقطتين م ، م ( م على امتداد و هـ ، هـ تقاطع و هـ مع ب ) الخطان و هـ ، م هـ يتقابلان في نقطة ح . و ح عمودى على ا - ويقطعه في نقطة ح ويكون هو العمود المطلوب (شكل ٢٦ - ٣) .



(1)



(2)



(3)

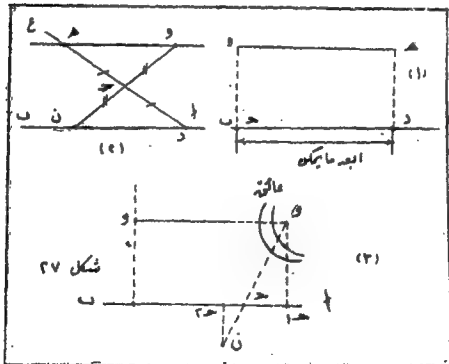
شکل ۲۶

٣ - تعيين اتجاه يوازى اتجاه الحز ويمر بنقطة معلومه :

١ - النقطة المألومة (و) نسطق الممود و ح على الإجهاد المعلوم ا ب ثم نقيس طوله ، نختار بعد ذلك نقطة و على هذا الانجساء بميدة ما أمكن عن مسقط الممود (ح) ونقيم منها الممود و ع وتأخذ عليه الطول و ح = ح و فيكون الخط و ح موازيا للخط ا ب (شكل ٢٧ - ١) .

حل آخر

٢ - تعيين النقطة ح على الإجهاد ا ب ، ثم نقيس المسافة و ح وننصفها في نقطة ح . من أى نقطة (و) على ا ب نعين الإجهاد (دع) الذى يمر بنقطة ح تأخذ عليه المسافة ح ح = ح و فيكون الخط و ح موازيا للخط ا ب (شكل ٢٧ - ٢) .



٣- فإذا تمتر قياس  $\omega$  بالحللين السابقين فإنه يمكن تكوين مثلثين متشابهين بأن نضبط عمود من (و) على (أ) (شكل ٢٧-٣) بإحدى الطرق السابقة ليقطع أ ب في  $\omega$  ثم نأخذ على أ ب مسافتين  $\omega$  ،  $\omega$  ،  $\omega$  ،  $\omega$  بحيث تكون النصفه بينهما هي

$$\frac{A^2 - B^2}{A + B} = A - B$$

نقيم من  $\mathcal{H}$  عود في الجهة الأخرى من الاتجاه  $\mathbf{a}$  فيقابل امتداد الخط  $\mathbf{a}$  في  $\mathcal{H}$ ، نقيس الطول  $\mathcal{H}$  ثم نضرب منه الطول  $\mathcal{H}$   $\Rightarrow$   $\mathcal{H}$  .

ويتم العمل بعد ذلك كما هو مذكور بالحل الأول .

٤ - رفع المضخات التي يتعلو قياس الطاويع

١- لإمكان رسم هيكل المنطقة على اللوحة افترض أن المضلع المحيط بالقطعة المراد رفعها هو  $ABCD$  وأن رؤوسه عينت في الطليعة وقيمت أحلاعه الخارجية.

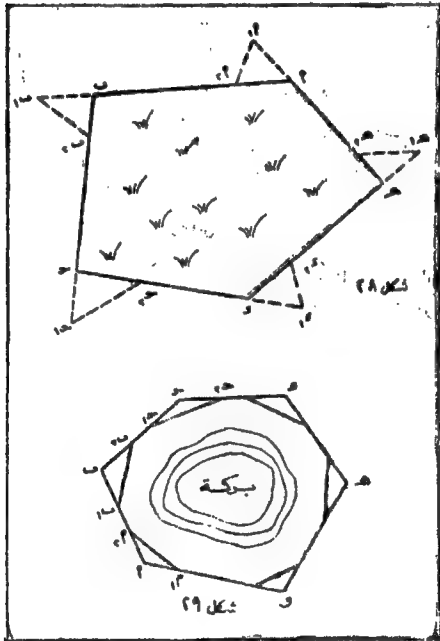
ب - لعين البعد ب ب ، ب ب على الاتجاهين ب ب ، ب ب و تقاس  
الابعاد الثلاثة ب ب ، ب ب ، ب ب وبذلك تتحدد الزاوية بشكل (٢٨) .  
ح - لعين البعد ح ح ، ح ح على الاتجاهين ح ح ، ح ح و تقاس  
الابعاد الثلاثة ح ح ، ح ح ، ح ح وبذلك تتحدد الزاوية ح .

ج - أمين البند ج ج ، ج ج على الانجماين ج ج ، ج ج وتقاس  
الابعاد الثلاثة ج ج ، ج ج ، ج ج وبذلك تتحدد الزاوية ج .

٥- لرسم القطعة يوقع الضلع ا ب في اتجاه مناسب على الوحة ثم يعين ب  
ونركزه في ب ، ويفتحه صاري ب ب ، ب ب ، ويعيقاس الرسم الذي  
رسمنا به الضلع ا ب . ثم قوسين يتقاطعان في ب واصل ب ب ونعده على

استقامته لينتجد الانحاء ب ه وتوقع عليه النقطة ه وهكذا حتى انتهى من تعيين رؤوس المضلع كلها

هـ - إذا كانت طبيعة المنطقة لا تسمح بقياس الأبعاد ب ب ه هـ ح هـ





داخل المضلع فتقاس هذه الأبعاد خارج المضلع فيؤخذ ب م على امتداد  
 ا ب ، ح م على امتداد ب م وهكذا شكل (٢٩) ويتم العمل بنفس الطريقة  
 السابقة لتحديد رؤوس المضلع.

٥ - قياس المسافة بين النقطتين بصلهما عائق يمنع القياس المباشر

يمكن إجراء ذلك بإحدى الطرق الآتية :

١ - نعين النقطتين ح ، و على الاتجاه ا ب ، ومن إحدى النقطتين  
 ولتكن و نأخذ الاتجاه (و و) ونسقط عليه العمود (ح و) من نقطة ح  
 فيكون ح و  $= \sqrt{(ح و)^2 + (و و)^2}$  (شكل ٣٠ - ١)

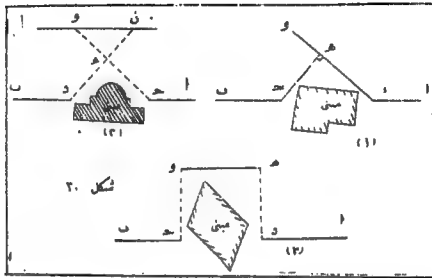
ب - نعين النقطتين ح ، و على الاتجاه ا ب ثم ننشئ المثلثين المتساويين  
 ح و و ، و و و (شكل ٣٠ - ٢) فينتج أن :

$$\text{ح و} = \text{و و} \times \frac{\text{و و}}{\text{و و}} \quad \dots (٨)$$

ح - نعين النقطتين ح ، و على الاتجاه ا ب ثم نقيم منها العمودين ح و ،  
 و و بحيث يكون ح و = و و ، وبذلك يكون ح و = و و (شكل  
 ٣٠ - ٢) .

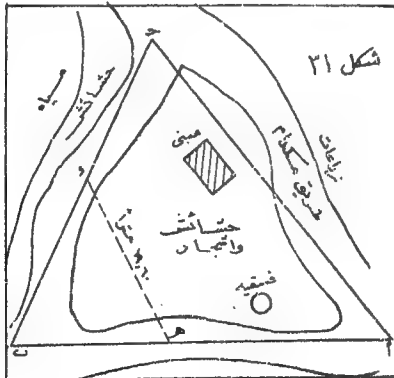
وفي جميع الحالات السابقة يكون طول الخط المطلوب مـ ا و ا ب مجموع  
 المسافات المقاسة قياس مباشر وغير مباشر أي أن :

$$م ا = ا ب + ب ح + ح و$$



مثال على المساحة بالجنزير :

شكل (٢١) يبين جزء من حديقة يحاط بثلاث طرق وبه كشك مستطيل  
ونستطيع ولعمل مساحة له أبعدنا الآتي :





بمقابلة خط تعميق قياس طوله ويقارن بطول نظيره على الخريطة التأكد من صحة رسم الهيكل على الخريطة .

وشكل (٢٢) يبين نموذج من واقع دفتر القيد ومحلية تعميق لخط الجزير في أحد المناطق المكشوفة المرفوعة بواسطة الجزير والشرط .

## أمثلة محلولة

مثال ١ :

قيست مسافة بحري غير مضبوط فوجد أن طولها = ١٤٠٠ متر فإذا علم أن طول الجزير المستعمل هو ١٩٨٥ متر ، أوجد الطول الحقيقي للخط .

الحل

$$\text{الخطأ في الطول المقاس} = \frac{١٤٠}{٢٠} (١٩٨٥ - ٢٠) = ١٠٢٥٠ \text{ مترا}$$

$$\text{الطول الحقيقي للخط المقاس} = ١٤٠٠ - ١٠٢٥ = ١٣٨٩٥ \text{ مترا}$$

حل آخر :

$$\frac{\text{المسافة المقاسة}}{\text{المسافة الحقيقية}} = \frac{\text{الطول الاسمي للجزير}}{\text{الطول الحقيقي له}}$$

$$\text{المسافة الحقيقية} = ١٢٠٠ \times \frac{١٩٨٥}{٢٠} = ١٣٨٩٥ \text{ مترا}$$

مثال ٢ :

قيست م افه بجنيزر فوجد أن طولها = ١٢٢٠ متراً ثم انضح بعد ذلك أن الجنيزر الذي لا تعمل في القياس غير مضبوط فأعيد قياسها بجنيزر آخر مضبوط فوجد أن طولها الصحيح ١٢١٣٫٩ متراً - أوجد مقدار الخطأ وإشارته في الجنيزر الأول.

الحل

$$\frac{\text{الطول الحقيقي للجنيزر}}{\text{الطول غير المضبوط للجنيزر}} = \frac{\text{المسافة الحقيقية}}{\text{المسافة غير المضبوطة}}$$

$$\therefore \text{الطول الحقيقي للجنيزر} = \frac{1213.9}{1220} \times 20 = 1990 \text{ م}$$

$$\therefore \text{مقدار الخطأ في الجنيزر} = 1990 - 2000 = -10 \text{ م}$$

مثال ٣ :

قيس خط على ١١ اثل فكان ٣٠ متراً وكانت المسافة الرأسية بين طرفي الخط المسائل ٤ متراً . ما هي المسافة الأفقية لهذا الخط محسوبة بطريقتين مختلفتين .  
احسب الخطأ النسبي في حساب المسافة الناتج من استخدام الطريقتين .

الحل

أولاً : بالطريقة الدقيقة :

$$\text{المسافة الأفقية} = \sqrt{m^2 - h^2}$$

$$= \sqrt{30^2 - 4^2} = 29.732 \text{ متر}$$

الثاني : بالطريقة التقريبية :

$$\text{المسافة الأفقية} = \text{المسافة المائلة} - \frac{(\text{المسافة الرأسية})^2}{2 \times \text{المسافة المائلة}}$$

$$\therefore \text{ف} = 30 - \frac{16}{2 \times 30} = 29.9722 \text{ مترا}$$

∴ الفرق الناتج من استخدام الطريقتين في الحساب هو ١ سم ويكون الخطأ النسبي عبارة عن النسبة بين الخطأ المحسوب إلى طول الخط أى أن الخطأ

$$\frac{1}{30000} = \text{النسبي}$$

مثال ٤ :

قيست مسافة أفقية بجزير فكانت ١٦٠ مترا ولم تضع أن هناك ترسيم عند منتصف الجزيرة عند تعاقبه حراً في كل طرحة مقداره ٣٠ سم فساى المسافة الأفقية الحقيقية ؟

الحل

$$\text{الخطأ في الجزيرة الواحد} = \frac{8 \times 8}{2} = \frac{30 \times 30 \times 8}{100 \times 20 \times 2} = 1.2 \text{ سم}$$

$$\text{عدد الطرحات} = \frac{160}{30} = ٨ \text{ طرحة}$$

$$\text{الخط الكلي} = ٨ \times ١٢ = ٩٦ \text{ سم}$$

$$\text{المسافة الأفقية} = ١٦٠٠٠ - ٥٠٩٦ = ١٠٩٠٤ \text{ مترا}$$

مثال ٥ :

إذا كان مع الخلق ٨ شرك وكانت قراءة الجذير الأخيرة ٥٥ حقة وسبق  
لدرين ٢٠ طرحة . فما هو طول هذا الخط المقاس ؟

الحل

$$\text{طول الخط المقاس} = (٢٠ + ٨) \cdot ٢٠ + \frac{٢٠ \times ٥٥}{١٠٠}$$

$$= ٥٦٠ + ١١ = ٥٧١ \text{ مترا}$$

مثال ٦ :

قيست مساحة قطعة أرض وذلك بقياس أبعادها بالجذير فكانت

س ط ف

١٨ ١٧ • وكان الجذير المستعمل ينقص حقة عن طوله الحقيقي — ما هي

المساحة الحقيقية للأرض بالمكتار ؟

الحل

$$\frac{\text{المساحة الحقيقية}}{\text{المساحة المقاسة}} = \frac{(\text{طول الجذير الحقيقي})^2}{(\text{طول الجذير الإسمي})^2}$$

س ط ف

$$\text{المساحة المقاسة} = ١٧ \cdot ١٨ = ٥٧٤ \text{ فدان تقريبا}$$

$$٠.٩٨٠١ = \left( \frac{١٩.٨٠}{٢٠.٠٠} \right)^2 = \frac{(\text{طول الجزيرة الحقيقي})^2}{(\text{طوله الاسمي})^2}$$

$$\therefore \text{المساحة الحقيقية} = ٠.٩٨٠١ \times ٥٧٤ = ٥٦٢.٥ \text{ فدان}$$

$$\therefore \text{المساحة الحقيقية} = \frac{٥٦٢.٥}{٢.٣٨} = ٢٣٦.٣٤ \text{ هكتار}$$

مثال ٧ :

استعمل جنزير في قياس الخط ١ ب فكان طوله ١٠ طرحات و٢٢ صفة ثم  
 اوضح أن الجزيرة المستعمل تنقصه ٤ عقلات - كما أنه عند توجيه الخط ١ ب  
 اوضح أن هناك خطأ في التوجيه قيس عند نهاية الخط فكانت الوترحة ٨٠ سم .  
 ما هو مقدار الخطأ في التوجيه بالدقائق والثواني ؟

الحل

$$\text{طول الخط الحقيقي} = \frac{٠.٢٠ \times ٤ + ٢٠}{٢٠} \times (٠.٢ \times ٢٢ + ٢٠ \times ١٠) = ١٩٦.٢٢٤ \text{ متر}$$

$$\text{الخطأ في التوجيه هو} = \frac{٠.٢٨}{١٩٦.٢٢٤} \times ٢٠.٦٢٦٥ = ٠.٠٢٨٤١$$

$$= ١' ١٤''$$



## تمارين

١ — قيس مسافة بحري طولها الإسمي ٢٠ متراً وكان طولها ٦ شوك  
بالإضافة إلى جزء أقل من بحري كامل طولها ٧٧٤٥ متر — وبفحص الجدير  
وجد أنه ينقص عنه بين الممر الثامن والعاشر ، فأمر الطول الحقيقي للمسافة ؟  
(الجواب : ١٢٦٠٢٥ م)

س ط ف  
٢ — قيس قطعة أرض بحري يد من طولها عقلة فكانت مساحتها ١٥ ٢١ ١٢  
فأوجد المساحة الحقيقية لهذه القطعة بالأمتار المربعة .

(الجواب : ٢٥٢٦٥٧٧٤٩ م)

٣ — قطعة أرض مستطيلة الشكل مرسومة على خريطة ١ : ٢٥٠٠ وكان طول  
ضلعها ٨٠ سم ، ٩٠ سم — وكان الحد الأكبر يميل في الطبيعة بمقدار ١٢° والحد  
الأصغر الفرق بين طرفيه ٣٤ متراً — فما هي الأطوال الحقيقية المائلة في الطبيعة  
مستعملاً الطريقة التقريبية ؟

(الجواب : ٢٠٤٤١٥ ، ٢٥٠٠ ، ١١٥٠ متراً)

٤ — عند قياس طول خط كان القياس على أرض منتظمة الإنداد فكان  
الطول المائل هو ٨٦١٠ متراً وكانت زاوية إنداد الأرض ٢٨° ٣٠' . ما هو  
الطول الأفقي للخط علماً بأن القياس كان بحري ينقص عنه عن الطول الحقيقي ؟  
(الجواب : ٨٥٣٨ متراً)

٥ — خريطة قيس منها ضلع قطعة مربعة على الخريطة ومعلوم أن مساحتها  
٤١٥٠ هكتار طول الضلع ٢٥٩٠ سنتيمتر ثم قيس الضلع المجاور له فكان

٢١٦٤ م - وكان مقياس الرسم : ٢٢٠ وقد علم أن المهندسين عند توقيع  
أضلاع المربع وقع الأطوال على المائل - ما هي زاوية ميل الضلع الأول والفرق  
بين منسوبي طرفي الضلع الثاني مستعملا القوانين التقريبية ؟

(الجواب :  $44^{\circ} 49' 50''$  ،  $86.93$  متر)

٦ - قطعة أرض مثلثة الشكل - قيست قاعدتها بمنزير به عقلتين زيادة  
فكانت  $628$  مترا - وقيس الارتفاع على المائل بمنزير ينقص ثلاث عقل فكان  
 $428$  مترا - فإذا كان ميل الأرض الطبيعية في اتجاه إرتفاس المثلث  $7\%$   
وأن المنزير الإسمى في الحاليتين هو  $20$  مترا - أوجد المساحة الحقيقية للأرض  
بالهكتار .

(الجواب : الغاءة  $62.688$  م والارتفاع  $16.41$  م المساحة الحقيقية  
 $2.631$  هكتار ) .

٧ - استعمل بمنزير في قياس الخط اب فكان طول طرحة  $42$  وطرحة  $40$   
مئة ثم لاحظ أن المنزير المستعمل تنقصه عقلتان . كما أنه عند توجيه الخط اب  
لاحظ أن هناك خطأ في التوجيه قيس عند نهاية الخط فكانت الزحزحة  $62$  سم -  
ما هو الخطأ في التوجيه ؟

(الجواب :  $4^{\circ} 52'$ )

٨ - عند قياس طول خط على أرض غير أفقية كان القياس على ثلاث مراحل  
في المرحلة الأولى كانت الأرض تتحددر بانتظام بميل  $30^{\circ}$  وكان الطول على  
المائل  $11480$  م . وفي المرحلة الثانية كان الفرق بين منسوبي بداية ونهاية  
المرحلة  $630$  م وكان الطول المقاس على المائل  $8870$  م . وفي المرحلة الأخيرة

كان القياس بتدقيق الجزير أفقياً فكانت المسافة المقاسة ١٦٠٤ م وكان هناك  
 زخيم في المنتصف قدره ٣٠ سم . ما هي المسافة الأفقية الكلية إذا كان الجزير  
 المستخدم طوله الحقيقي ١٩٠٧٥ متراً

(الجواب : ١٦٠٤٠٠ متراً)

٩ - قطعة أرض مربعة الشكل حيث منحتها بقياس أبعادها بجزير  
 يزيد عن الطول الاسمي بمقدار عقلة ثم حُصت مساحتها مرة أخرى بقياس أبعادها  
 بجزير يقل طوله عن الطول الاسمي بمقدار عقلة فكان الفرق بين المساحتين ١٠٠  
 متراً مربعاً . ما هي المساحة الحقيقية للأرض

(الجواب : ٤٩٥٠ م<sup>٢</sup>)

١٠ - قيس خط على المائل فكان طوله ٤٦٠ متراً ، ما هو أقصى فرق  
 بين منسوبي طرفيه حتى يمكن إعتبار أن المسافة المائلة تساوي الأفقية بقطعاً لا يتجاوز

١ : ٤٠٠

(الجواب : ٣٣.٥٢ متراً)

١١ - ما هي أقصى زاوية لإعتبار لسطح الأرض يمكن مقه إهماله وإعتبار  
 أن سطح الأرض أفقي بحيث لا يزيد الخطأ الناتج عن ذلك عن ١ : ٥٠٠

(الجواب : ٣٩' ٢٠' ٠٠°)

## الباب الثاني المساحنة بالبوصلة والضلعة

سبق أن بذا أنه رفع أى نقطة يجب حل هيكل لها ( مضلع ) ، ففى حالة المساحة بالجنزير كان الهيكل عبارة عن مجموعة من المثلثات المتجاورة ، إلا أنه عادة يكون من الصعب اختيار مثل هذه الهياكل ويستخدم بدلا منها مضلع مكون من عدة خطوط مستقيمة تحصر بينها عدة زوايا . وعادة تختار هذه الأضلاع بحيث تمر بمحدود قطعة الأرض المطلوب عمل خريطة لها .

ولرسم مثل هذه المضلعات على الخريطة يجب معرفة زواياها بالإضافة إلى معرفة أطوال أضلاعها .

ويستخدم طرق وأجهزة عديدة لتحمين الزوايا الداخلية لأى مضلع . وغالبا ما يسمى المضلع مقرونا بأسم الجهاز المساحى الذى استخدم فى رفعه وتحديد زواياه ، فيطلق عليه مضلع البوصلة إذا ما استخدمت البوصلة المنقوشية فى ذلك ، أو مضلع التيودوليت إذا ما استخدم جهاز التيودوليت .

ويسمى المضلع عادة فى الأحكام المساحية بالترافرس . والمضلعات أو الترافرسات تقسم أيضا حسب الشكل المأخوذ لها عند العمل المساحى ففى إما أن تكون مضلعات مقفلة أو موصلة أو مفتوحة .

### أنواع المضلعات .

١ - المضلع للقفل : وهو الذى يبدأ بنقطة معينة وينتهى إلى نفس نقطة إنشائه ، ويستعمل فى رفع المستنقعات والمباني والقرى



٢ - **المضلع الموصل** : هو يبدأ من نقطة محددة وينتهي إلى نقطة محددة أخرى ، ويستخدم في ربط وتقسيم المضلعات المقفلة لتسهيل عمليات الرفع

٣ - **المضلع المفتوح** : وهو الذى لا ينتهى إلى النقطة التى ابتداء منها ولا يربط على نقطة ثابتة ويستعمل في رفع المناطق الطويلة الممتدة مثل الشواطئ والطرق .

وسنقتصر في هذا الباب على شرح المضلع المقفل

ولإلغاء المضلعات يجب إجراء الآتى :

١ - قياس أطوال الخطوط لهذا المضلع

٢ - قياس الانحرافات هذه الخطوط لحساب الزوايا الداخلية بينها

٣ - أو قياس الزوايا المحصورة بين خطوط المضلع مباشرة

أما بالنسبة لقياس الأطوال فتقاس إما بالجنزير أو الشريط الصلب حسب أهمية العمل ، أما الانحرافات للخطوط عن اتجاه معين وهو اتجاه الشمال المغناطيسى فتقاس بواسطة البوصلة المنشورية ، وعند القيام بالأعمال الدقيقة يجب قياس الزوايا بواسطة التيرودوليس

وقبل التعرض لكيفية قياس الانحرافات للخطوط بالبوصلة المنشورية نذكر فيما يلى بعض التعاريف الهامة التى تتعلق بدراسة البوصلة وكيفية عملها والعمل بها

**زاوية ميل الإبرة المغناطيسية (Dip Angle)**

عندما تكون أى إبرة مغناطيسية حرة الحركة وهى مرتكزة عند منتصفها فإنها تميل عن الأفق بزاوية ما تختلف قيمتها من صفر عند خط الاستواء إلى

٩٠° تقريباً عند القطبين ويطلق على هذه الزاوية زاوية ميل الأبرة . وفي نصف الكرة الشمالى تتميل الأبرة المغناطيسية إلى أسفل . وفي القطب الجنوبي إلى أعلى . وعلى هذا يركب ثقل عند أحد ذراعى الأبرة ليحفظ لإتزانها لتسكون دائماً في وضع أفق :

### الشمال المغناطيسى : ( Magnetic Meridian )

هو عبارة عن الاتجاه الذى يمينه أبرة مغناطيسية حرة غير متأثرة بأى عوامل خارجية قريبة ( مثل وجود معادن أو مرور تيار كهربى فى سلك قريب أو وجود مغناطيسى صناعى )

### الشمال الجغرافى : ( Geographical Meridian )

هو عبارة عن الاتجاه الذى يعينه الخط الواصل بين نقطة محددة وبين القطبين الجغرافيين للأرض ويحدد بالأرصاد الفلكية

### زاوية الاختلاف : ( Angle of declination )

هى الزاوية ( ت ) التى ينحرف بها الشمال المغناطيسى عن الشمال الجغرافى عند نقطة محددة فى تاريخ معين . وتكون هذه الزاوية شرقاً إذا كان الشمال المغناطيسى شرق الجغرافى ، وغرباً إذا كان الشمال المغناطيسى غرب الجغرافى ، وإشارة ( ت ) تكون موجبة إذا كان الاختلاف شرقاً وسالبة إذا كان غرباً

وقيمة ( ت ) تتغير تبعاً فى النقطة الواحدة على مدار اليوم الواحد ( ويطلق على هذا التغير - التغير اليومى لزاوية الاختلاف ) كما أن قيمتها تتغير على المدى الطويل ( التغير الترقى ) . كما أن هناك تغيرات تحدث نتيجة للزواجب

المنطانية والزلازل والبراكين ، إلا أن هذه التغيرات تكون غير منتظمة الحدوث وتكون عارضة لا تخضع لأي قوانين معينة

### الانحرافات الخطوط :

نعرف انحرافات الخطوط بطريقتين :

#### ١ - الانحراف المداري :

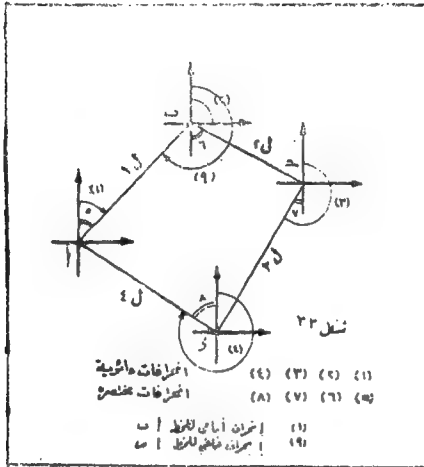
ويعرف بأنه الزاوية المحصورة بين الشمال المنطاني وبين الخط مأخوذة في اتجاه حركة عقرب الساعة . ويمكن قياس الانحراف المداري للخط من كلتا نهايتيه ويكون الفرق بين الانحرافين هو  $\pm ١٨٠^\circ$  ويطلق على أحد هذه الانحرافات الأمامي وعلى الآخر الانحراف الخلفي ففي شكل (٣٣) يرمز للانحراف المقاس من نقطة ١ للخط ١ ب الانحراف الأمامي للخط ( ١ ب ) - ويرمز للانحراف المقاس من ب لنفس الخط إلى نقطة ١ الانحراف الخلفي للخط ( ١ ب ) أو الأمامي ( ب ١ ) والمعلقات بين الانحرافين الأمامي والخلفي يجب أن تكون :

$$\text{الانحراف الخلفي للخط ١ ب} = \text{الانحراف الأمامي للخط ١ ب} \pm ١٨٠^\circ$$

... (٩)

عالم يؤثر على القياس أى مؤثرات خارجية وهو ما يعرف بالجاذبية المحلية في حالة قياس هذه الانحراف بالبوصلة المتشورية مثلا

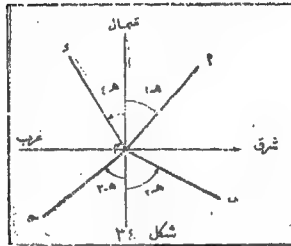




٢ - الانحراف المختصر : وهو الزاوية المحصورة قيمتها بين صفر ٠ و ٩٠ التي ينحرفها الخط عن الشمال أو الجنوب ويدل الراس الذي يقع فيه الخط ليعتدد مكان واتجاه الخط تماماً كما هو مبين في شكل (٣٣)

وإذا كان الانحراف الدائري بين صفر ٠ و ٩٠ فيكون هو نفسه المختصر وإذا كان أكبر من ٩٠ وأقل من ١٨٠ يسمي الانحراف المختصر بطرح الباقي من ١٨٠.

وإذا كان الانحراف الدائري أكبر من ١٨٠ وأقل من ٢٧٠ يطرح منه ١٨٠ للحصول على الانحراف المختصر للنقط . أما إذا كان الانحراف الدائري أكبر من ٢٧٠ فيطرح الباقي من ٢٦٠ كما في شكل (٣٣)



ويذكر اسم الربع الذي يقع فيه الضلع فإذا فرض أن خط انحرافه الدائري هو  $110^\circ$  فنقول أن انحرافه المختصر هو  $70^\circ$  . وشكل ( ٣٤ ) يبين الانحرافات المختصرة لخطوط انحرافاتها تقع في الأرباع المختلفة

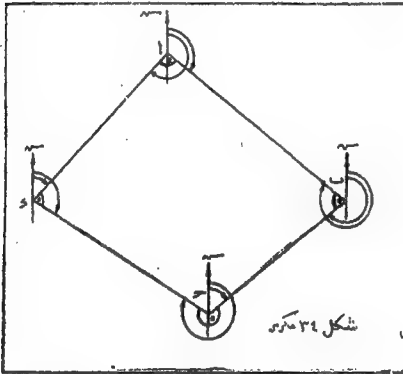
#### الانحراف الافتراضي

في بعض الأيام يلزم الأمر إلى استخدام اتجاه ثابت افتراضي تقرر إليه انحرافات بعض الخطوط ويطلق عليه الشمال الافتراضي . وتكون الانحرافات لخطوط أى مضلع المنسوبة لهذا الشمال هي انحرافات افتراضية . وبعد إتمام العمل المباحي توجد العلاقة بين اتجاه الشمال المغناطيسي الحقيقي ( أو الجغرافي ) من ناحية وبين الشمال الافتراضي ومن ثم تحسب الانحرافات الحقيقية لخطوط المضلع .

#### حساب الزوايا الداخلية لمضلع من الانحرافات

لحساب الزاوية الداخلية عند أى نقطة من نقط مضلع ما يسألوم معرفة الانحرافين للنقطتين الخارجيتين من هذه النقطة . ففى ( شكل ٣٤ مكرر ) لحساب الزاوية الداخلية عند نقطة ( ١ ) يلزم معرفة الانحراف الامامى للنقط ١ ب والخلفى

للنقط و ١ . وعليه تكون الزاوية الداخلية عند (١) مساوية الانحراف الخلفي للنقط (و ١) مطروحا منه قيمة الانحراف الأمامي للنقط (١ ب) . ومن شكل (٣٤ - مكرر) نلاحظ أن نفس الشيء يتكرر عند حساب الزاوية الداخلية عند النقط (ب) ، (و) أى عندما كانت الانحرافات الخلفية للنقط التى تسبق هذه النقط أكبر من الانحرافات الأمامية للنقط التى تلى هذه النقط . وعند



نقطة (ج) نلاحظ أن الانحراف الخلفي للضلع ب ج (السابق) أنل من الانحراف الأمامي للضلع الجاحق ج و فإذا طرحنا الانحراف الأمامي للضلع ج و من الانحراف الخلفي للضلع ب ج سوف نحصل على الزاوية الخارجية عند (ج) وبإشارة سالبة . وعليه يجب إضافة ٣٦٠° للقدار الناتج في هذه الحالة

الحصول على الزاوية الداخلية عند هذه النقطة ، وكقاعدة عامة

الزاوية الداخلية عند نقطة ما في مضلع بين الإنحراف الخلفى للمضلع السابق  
— الإنحراف الأمامى للمضلع اللاحق

... (١٠)

أما إذا كان الإنحراف الخلفى للمضلع السابق النقطة أقل من الأمامى للمضلع  
اللاحق فلهذه النقطة فيضاض  $360^\circ$  إلى المقدار المحسوب من المعادلة (١٠) .

### أمثلة محلولة

مثال ١ :

لنسمي الإنحراف الجغرافي لخط ما إذا كان الانحراف المغناطيسى لهذا  
الخط  $34^\circ 58'$  وكانت زاوية الاختلاف عند النقطة للقياس عندها  
الانحراف هي  $58^\circ$  غربا . بين الاختلاف بين النتائج عندما تكون (ت)  
شرقا .

#### الحل

حيث أن زاوية الاختلاف  $58^\circ$  غربا فإن الشمال المغناطيسى ينحرف عن  
الشمال الجغرافي بمقدار  $58^\circ$  وإلى الغرب منه وبهذا يكون :

$$\text{الانحراف الجغرافي للنقط} = 34^\circ 58' - 58^\circ = 57^\circ 36'$$

أما إذا كانت (ت) شرقا فإن الشمال المغناطيسى يكون منحرفا إلى جهة الشرق عن الشمال الجغرافى وإذا فإن قيمة الانحراف الجغرافى فى هذه الحالة تصبح :

$$\text{الانحراف الجغرافى للنقط} = ٢٤' ٥٨'' + ٥٨' = ٢٢' ٥٩''$$

مثال (٣).

إذا كان الانحراف المختصر لنقط أ ب فى يناير ١٩٥٠ هو سم  $١٨' ١٤''$  وكانت زاوية الاختلاف  $١٥' ٩''$  غربا فاحسب الانحراف المغناطيسى والجغرافى لنفس النقط فى يناير ١٩٧٨ إذا كان معدل التغير السنوى فى زاوية الاختلاف  $٢٥'$  شرقا.

### الحل

من الانحراف المختصر لنقط أ ب واضح أنه يقع فى الربع الرابع وبهذا فإن:

$$\text{الانحراف المغناطيسى} = ٣٩٠' ٥٠'' - ٧٤' ١٨'' = ٢٨٥' ٤٢''$$

زاوية الاختلاف غربا أى أن الشمال المغناطيسى ينحرف جهة الغرب عن الشمال الجغرافى وعليه فإن :

$$\text{الانحراف الجغرافى للنقط} = ٢٨٥' ٤٢'' - ١٥' ٩'' = ٢٧٩' ٣٣''$$

وكما سبق أن بينا فإن قيمة هذا الانحراف ثابتة فى أى وقت ولا تتغير بمرور الزمن ، والتغير هو الانحراف المغناطيسى .

مقدار التغير فى زاوية الاختلاف من يناير ١٩٥٠ إلى يناير ١٩٧٨

$$= (١٩٧٨ - ١٩٥٠) \times ٢٥' = ٩٨٠' = ١٦' ٢٠'' \text{ شرقا}$$

٠. زاوية الاختلاف في يناير ١٩٧٨ =  $١٥^{\circ} ٦' - ٢٠^{\circ} ١٦'$  شرقا

$$= ١٠^{\circ} ٠٥' \text{ شرقا}$$

ويكون الانحراف المغناطيسي في يناير = الانحراف الجغرافي

— زاوية الاختلاف الجديدة

$$= ٢٧٩' ٢٧'' - ١٠^{\circ} ٠٥' = ٢٦٩' ٢٢''$$

ويمكن حساب الانحراف المغناطيسي الجديد بالطريقة التالية .

الانحراف المغناطيسي الجديد = الانحراف المغناطيسي في ١٩٥٠ - مقدار التغير

$$= ٢٨٥' ٤٢'' + ١٦' ٢٠'' = ٢٦٩' ٢٢''$$

مثال (٣)

فرض اتجاه شمال منحرفا عن الشمال الجغرافي بمقدار  $٣٥'$  غربا وكانت زاوية الاختلاف للسكان في يونيو ١٩٥٥ هي  $٣٦' ٠٩''$  غربا وكان معدل التغير السنوي في زاوية الاختلاف  $١٠'$  غربا، فمِن الانحراف المغناطيسي للخط ١ ب في يناير ١٩٧٦ إذا كان الانحراف الاقتراضي للخط في يونيو ١٩٥٥ هو  $٢٢' ٥٢''$

الحل

$$\text{الانحراف الجغرافي للخط} = ٢٢' ٥٢'' - ٣٥' = ٥١' ٥٧''$$

$$\text{الانحراف المغناطيسي للخط في يونيو ١٩٥٥} = ٥١' ٥٧'' + ٣٦' ٠٩''$$

$$= ٢٢' ٦١''$$

مقدار التغير في زاوية الاختلاف =  $٥٥.٢٠ \times ١٠' = ٥٥٠' = ٩^\circ ١٠'$  غرباً  
 . الانحراف المغناطيسي الخطى يناير ١٩٧٦ =  $٣٣^\circ ٦١' + ٩^\circ ١٠' = ٤٢^\circ ١١'$

$$= ٥٨^\circ ١٤'$$

مثال (٤) :

قيمت الانحرافات الامامية والخلفية لاختلاف توافرس على شكل مثلث  
 ا ب ج فكذلك :

الخط	انحراف أمامي	انحراف خلفي
ا ب	$٢٤^\circ ٨٠'$	$٢٤^\circ ٢٦٠'$
ب ج	$٥٨^\circ ٢١٤'$	$٠٨^\circ ٢٤'$
ج ا	$٢٢^\circ ٣٠٥'$	$٢٢^\circ ١٢٥'$

أحسب الزوايا الداخلية عند كل من ا ، ب ، ج .

الحل

الزاوية عند (ا) = الانحراف الخلفى لاضلع ج ا - الانحراف الامامى

للضلع ا ب

$$= ٢٢^\circ ١٢٥' - ٤٢^\circ ٨٠' = ٤٨^\circ ٤٤'$$

الزاوية الداخلية عند (ب) = الانحراف الخلفى للاختراق = الامامى الضلع ب =

$$= 34^\circ 26' - 58^\circ 15' = 23^\circ 49'$$

الزاوية الداخلية عند (ح) = الانحراف الخلفى الضلع ب =

$$= \text{الامامى الضلع ح} + 310^\circ$$

$$= 58^\circ 23' - 22^\circ 20' = 36^\circ 03'$$

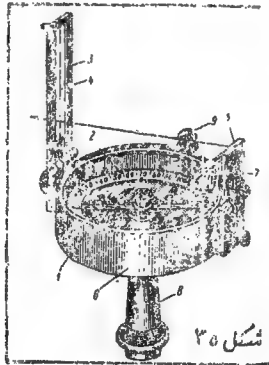
$$= 36^\circ 89'$$

### البوصلة المنشورية

لقياس الانحرافات الباقية للخطوط تستخدم البوصلة المنشورية التي بنيت ففكرتها على أساس أنه إذا حمل ساق رفيع من الصلب وممغنط من مركز ثقله على حامل رأسي حر الحركة فإن هذا الساق يتذبذب بانتظام حسي ويمكن تثبيت في وضع يكون فيه أحد طرفيه متجه دائما إلى اتجاه معين وهو اتجاه الشمال المغناطيسي. وشكل (٣٥) يبين رسم توضيحي لبوصلة منشورية حيث تستخدم فيها ابرة مغناطيسية (١) ترتكز من مركز ثقلها على سن رأسي من المعدن ونقطة الارتكاز هي عبارة عن مركز قرص دائري مصنوع من معدن الألومنيوم (٢) ومثبت من صفر إلى  $360^\circ$  وبهذه يكون صف التدرج أمام المسافة الباقية على الجنوب ،  $180^\circ$  أمام العلامة الباقية على الشمال المغناطيسي والقرص والابرة موضوعان داخل صندوق من النحاس (٦) مغطى بقرص من الزجاج لمنع تسرب الابرة إلى داخله ومتصل بالصندوق إطار على هيئة شبك (٣) في وسطه شمعه



( ٤ ) توجه على نهاية الخط المراد تعيين انحرافه المغناطيسى وهذا الأطوار متصل بالصندوق لإصالا مفصليا بحيث يمكن جمعه عموديا على مستوى وجه الصندوق عند الاستعمال ويوجد مسبار على السطح الخارجى للصندوق ( ٩ ) يستعمل لإيقاف الآلة عن الدبذبة أثناء العمل ، وأحيانا يتصل بالإطار منارة تزلق على طوله لغرض منها رصد المرتفعات أو المنخفضات ، وليسهل رؤية الأشياء التى فوق أو تحت مستوى النظر ، ويقابل الأطوار قائمة من النحاس ( ٥ ) به شرخ رأسى ضيق تمام فتحة مستديرة ( ٧ ) تطل على منشور ثلاثى من الزجاج موضوع فى غلاف من المعدن وله ثلاثة أوجه وفائدته عكس القراءات وإظهارها للعين وصندوق البوصلة مثبت فى حامل ( ٨ ) ليثبتها على النقطة المراد قياس انحراف خط منها .



وطريقه قياس الانحراف أى خط وليكن  $\alpha$  ب هى أن تثبت البوصلة فوق إحدى نهايتى هذا الاتجاه  $\alpha$  ثم يوجه خط نظر البوصلة إلى النهاية الأخرى فتتخذ الإبرة اتجاه الشمال المغناطيسى وتقرأ الدائرة الأفقية واسطة المنشور الذى يمكن رفعه أو خفضه حتى نرى التدرج أوضح ما يمكن، الانحراف المقاس بهذه الطريقة فى اتجاه عقرب الساعة يسمى بالانحراف البارى - وكما ذكرنا فإنه يمكن قياس الانحراف من كلتا نهايتى الخط والفرق بين الانحرافين يجب أن يسكون  $180^\circ$  وتصحح فى المعتاد هذه الانحرافات إذا لم يكن هذا الفرق مساويا  $180^\circ$  ويرجع ذلك إلى وجود جاذبيه محلية منشؤها وجود معادن بالقرب من البوصلة وبجوار النقطة ، والجاذبية المحلية تكثر فى المدن وتقل فى القرى .

#### مزايا البوصلة المنشورية .

من مزايا البوصلة المنشورية خفة الوزن وسهولة الحمل ورخص الثمن وسرعة العمل ، حيث يمكن الحصول على الانحراف الخط بوضع البوصلة على أى نقطة من نقطة والانحرافات التى تتمين بها مستقلة عن غيرها لذا فإن حدوث خطأ فى انحراف خط ما لا يؤثر على ما يليه من انحرافات .

#### عيوب البوصلة المنشورية

من عيوب البوصلة المنشورية أنها غير عالية الدقة والانحرافات بها تقريبية لغاية  $30^\circ$  أو  $10^\circ$  دقائق فى بعض الأنواع الدقيقة منها ، كذلك فإن البوصلة المنشورية من الآلات التى لا يمكن ضبطها ، كما أنها تتأثر بالجاذبية المحلية مما يؤثر على دقة الانحرافات المقاسة بها .

## المساحة بالبوصله

يتلخص العمل بالبوصله المنشورية في أنه يمكن رفع أى منطقة ذات رقعة واسعة وذلك بإتباع الخطوات الآتية :

١ - تثبت عدة نقط تحيط بالمنطقة المطلوب وفيها تكون فيما بينها مضلع مقفل مثل *ا ب ح و* ومثلاً كما في شكل (٢٣) .

٢ - اضع البوصله المنشورية فوق النقطة *ب* مثلاً ونضبط عملية التصاميم باستعمال خيط الشاغول ونجعل الآلة أفقية بالتقريب أو باستعمال ميزان مسوية وندير الآلة ونوجهها نحو الشاخص الرأسى عند نقطة *ا* وذلك بتطبيق الشرخ الرأسى وشعرة الدليل على الشاخص ثم ننظر في المنشور ونقرأ القوس المدرج عند تطابق الشعرة على قسم التدرج ونحصل على الانحراف الدائرى الأمامى للخط *ب ا* أى الخلفى للخط *ا ب* .

ثم نوجه الآلة نحو *ح* ونقرأ الانحراف للخط *ب ح* أى الانحراف الأمامى للخط *ب ح* .

٣ - نكرر العملية في باقى نقطه ، التفراس ونحصل على الانحرافات الأمامية والخلفية لجميع الخطوط والى يجب أن يكون الفرق بينها ١٨٠° ولتدون النتائج في جدول وهذا ما يسمى بعمل النقطه .

### الجاهزية العملية

إذا رصد الانحراف الأمامى والخلفى لكل خط في مضلع ما فيجب أن يكون الفرق بينهما ١٨٠° وغالباً ما يختلف الفرق عن ١٨٠° فيكون أحد أو

كلادار في الخط متأثراً بما يسمى بالمجازية المحلية ومعنى هذا أن الأبرة المغناطيسية في البرصلة المنهورة لم تمين لأهماء الشمال المغناطيسي الحقيقي في هذه المنطقة نظراً لأن الأبرة تأثرت محلياً لوجود بعض خامات الحديد الموجود فوق سطح الأرض أو تحنها كوجود منشآت حديثة أو أدوات معدنية أو جنائز في منطقة العمل. والمعروف أن المعادن بأنواعها عدا النحاس تؤثر في الأبرة وأشدّها تأثيراً الحديد .

ويصعب التخلص من المجازية المحلية خصوصاً في المدن الكثيرة ما فيها من المنشآت التي يكثر فيها استعمال الحديد .

ويمكن كشف المجازية المحلية غالباً برصد الانحرافين الأمامي والخلفي لكل ضلع من اضلاع الترافوسات ( ترافوسات البوصلة ) وبحسب الفرق بين الانحرافين فإذا لم يكن مساوياً ١٨٠° تكون هذه الانحرافات متأثرة بالمجازية المحلية .

### تصحيح الانحرافات

تنترى الانحرافات المرصودة بواسطة البوصلة المنشودة على أخطاء وبكل انحراف مأخوذ من نقطة معينة يكون متأثراً بنفس قيمة الخطأ المتأثرة به مساو الخطوط الأخرى المرصودة من نفس النقطة نتيجة لوجود الجاذبية المحلية ويمكن لإجراء التصحيح بأحدى الطرق الآتية :

**التصحيح في حالة وجود خطأ خال من الجاذبية المحلية :**

لإجراء تصحيح الانحراف نبحث عن خطأ خال من تأثير الجاذبية المحلية بحيث يكون الفرق بين الانحرافين الأمامى والخلفى له  $180^\circ$  - وتصحيح بعد ذلك الانحرافات التالية له والمثال الآن يوضح خطوات هذا التصحيح .

مثال : كانت نتيجة أرساد ترافرس مقفل كما هي مبينة بالجدول :

الخط	الطول	الانحراف الأمامى	الانحراف الخلفى
أ	٧٠	$259^\circ 45'$	$181^\circ 30'$
ب	٤٤	$172^\circ 10'$	$350^\circ 45'$
ج	٧٢	$48^\circ 15'$	$248^\circ 15'$
د	٤٨	$193^\circ 30'$	$12^\circ 30'$
هـ	٥٨	$243^\circ 00'$	$63^\circ 45'$

والمطلوب تصحيح الانحراف لهذا الترافرس .

### الحل

تتبع الخطوات الآتية في الحل :

١ - بحسب أولا الفرق بين الإنحراف الأمامي والخلفي ليكمل خط  
٢ - يبحث عن خط غير متأثر بالجاذبية المحلية أى يكون الفرق بين  
الإنحرافين الأمامي والخلفي  $180^\circ$  . وفي هذا المثال نجد أن الخط ح و غير  
متأثر بالجاذبية المحلية . ولذا يبدأ التصحيح من إحدى نهايتيه لأن الانحرافات  
هنا ح و ، و ستكون صحيحة وبنا فإن الإنحراف الأمامي للخط و هو وهو  
 $193^\circ 30'$  سيكون صحيح .

٣ - بدأ بتصحيح الإنحراف الخلفي للخط و هو فيجب أن يكون  
 $193^\circ 30'$  حتى يكون الفرق  $180^\circ$  . وفي الجدول  $193^\circ 30'$  فهناك خطأ  
مقداره ١° يجب أن يضاف إلى الانحراف الأمامي للخط و ا فهو  $194^\circ 30'$   
وبتصحيحه يكون  $195^\circ 30'$  ولكن يكون الفرق بين انحرافه الأمامي والخلفي  
 $180^\circ$  يجب أن يكون الإنحراف الخلفي له  $6^\circ$  ولكنه أصلا  $193^\circ 30'$   
فهناك ١٥° يجب أن يضاف إلى الخطه ا ب في انحرافه الأمامي ليكون  $193^\circ 30'$   
ولكن لانحراف ا ب الخلفي هو  $193^\circ 30'$  ويجب أن يكون  $180^\circ$   
والفارق  $13^\circ 30'$  يجب أن يطرح من الإنحراف الخلفي ب و  
ليكون  $170^\circ 45'$  .

٤ - تحقيقا للعمل نجد أن الفرق بين انحراف الخط الأمامي والخلفي  
هو  $180^\circ$  وبنا تكون جميع الإنحرافات مصححة . وخطوات الحل موضحة  
في جدول (١) :

جدول رقم (١)

ملاحظات	الفرق	الانحرافات المسجلة		الفرق	الانحرافات المرصودة		الطول	النقط-
		خلفي	أمامي		خلفي	أمامي		
تبدأ المسح عند ٥	١٨٠°	١٨٠°	٠٠°	١٧٨°	١٨١°	٣٠°	٣٥٩°	٧٠
	١٨٠°	٣٥٠°	٤٥°	١٧٨°	٣٥٠°	٤٥°	١٧٢°	٥٥
	١٨٠°	٢٧٨°	١٥°	١٨٠°	٢٧٨°	١٥°	٤٨°	٧٢
	١٨٠°	١٣°	٢°	١٨١°	١٢°	٢٠°	١٩٣°	٤٨
	١٨٠°	٦٤°	٦٠°	١٧٩°	١٥°	١٢°	٢٤٣°	٥٨

التصحيح في حالة عدم وجود خط خال من الجاذبية المحلية :

في بعض الأحيان نجد أن كل الخطوات متأثرة بالجاذبية المحلية أى جميع الفرق لا تساوى  $180^\circ$  وفي هذه الحالة نأخذ الانحراف المتوسط للخط الذى يكون الفرق بين انحرافه الأمامى والخلفى أصغرا ما يمكن ويعتبر أساسا لتصحيح وذلك بتصحيحه أولا بأخذ متوسط كل ما الانحرافين وبذا يصبح الفرق بين الانحراف الأمامى والخلفى  $180^\circ$  ثم تصحح باقى المنوط كما سبق

مثال: صحح انحرافات المثلث  $ABC$  هو إذا كانت الانحرافات المقاسة للمنوطه هى :

انحراف خلفى	انحراف أمامى	
$16^\circ 225'$	$11^\circ 42'$	ب
$46^\circ 284'$	$30^\circ 106'$	س
$48^\circ 28'$	$4^\circ 209'$	ج
$10^\circ 86'$	$00^\circ 268'$	د
$52^\circ 130'$	$12^\circ 316'$	هـ

الحل خطوات التصحيح موضحة بالجدول (٢)

التصحيح بطريقة المتوسطات .

أحيانا ما يكون الخطأ في الفرق بين الانحرافات الأمامية والخلفية مختلفا من  $180^\circ$  بمقدار لا يتعدى  $1^\circ$  درجة ستينية . وهذا الخطأ ليس ناشئا



جدول رقم (٢)

ملاحظات	الفرق	الانحرافات المصنعة		الفرق	الانحرافات المرصودة		المطل
		خلفي	أمامي		خلفي	أمامي	
بدا التصحيح من - ٤	١٨٠- ١٨٠ ١٨٠ ١٨٠ ١٨٠ ١٨٠	٢٢٤ ٢٨٤ ٢٨ ٥٦ ٨٨ ١٢٨	٢٤ ٢٨ ١٠٤ ٢٨ ٥٦ ٢٦٨	١٨٣ ١٧٩ ١٦ ١٦ ٢٠ ٢٠	٢٢٥ ٢٧٤ ٢٨ ٨٦ ١٢٥	٤٣ ١٠٥ ٢٠٦ ٢٦٨ ٢١٦	١ ١ ١ ١ ١ ١

من تأثير الجاذبية المحلية وغالبا ما يكون ناتجا من أخطاء الرصد - وتصحيح الانحرافات بأخذ متوسط الانحرافين الخاصين بكل خط. كل على حده كما في المثال التالي .

مثال :

صحح الانحرافات للضلع المقفل ا ب ح د هـ ا إذا كانت الانحرافات المرصودة هي :

الخط	الانحراف الأمامي	الانحراف الخلفي
ا ب	٢٤٣ ١٥	٢٦٣ ٤٥
ب ح	١٦٦ ٥٥	٣٤٦ ٣٥
ح د	١١١ ٣٥	٢٩٠ ٣٥
د هـ	٦٦ ٤٥	٢٤٦ ٥٥
هـ ا	٣٤٣ ١٥	١٦٢ ٢٥

الحل : خطوات التصحيح موضحة بجدول (٣)

طرق رسم المضلعات على الخريطة

بمعلومية الأطوال المقاسة لأضلاع الترافرس وبمعلومية الانحرافات المصححة لهذه الأضلاع يمكن رسم المضلع بمدة طرق نورد ما فيما يلي :

أولا - رسم المضلع بمعلومية الانحرافات :

## جدول رقم (٧)

ملاحظات	الفرق	الانصرافات الخصمة		الفرق	الانصرافات المرسودة		الخط
		خلفي	أمامي		خلفي	أمامي	
	١٨٠ ٠٠	٠٦٣ ٣٠	٠٢٤٣ ٣٠	٠١٧٩ ٣٠	٠٦٣ ٤٥	٠٢٤٣ ١٥	١
	١٨٠ ٠٠	٣٤٦ ٤٥	١٦٦ ٤٥	١٧٩ ٤٥	٣٤٦ ٣٥	١٦٦ ٥٥	٢
	١٨٠ ٠٠	٢٩١ ٠٠	١١١ ٠٠	١٧٩ ٠٠	٢٩٠ ٣٠	١١١ ٣٠	٣
	١٨٠ ٠٠	٢٤٦ ٥٠	٦٦ ٥٠	١٨٠ ١٠	٢٤٦ ٥٥	٦٦ ٤٥	٤
٤٠	١٨٠ ٠٠	١٦٢ ٤٥	٣٤٣ ٤٥	١٨٠ ٤٥	١٦٢ ٢٥	٣٤٣ ٠٥	٥

من الكروكي المرسوم في دوائر الفيط للضلع بخصار نقطة مثل : مناسبة على الخريطة للدلالة على إبتداء المضلع ، ويرسم عندها خط رأسي للدلالة على خط الشمال المغناطيسي ومنها ترسم مستقيماً مثل  $a$  يصنع مع الشمال الإنحراف الدائري المصحح للخط بواسطة المنقلة ثم تأخذ على هذا الخط مسافة  $a$  بنسبة مقياس الرسم المستعملة فنحصل على نقطة (ب) ، وبعد ذلك نرسم عند  $b$  مستقيماً موازاً لخط الشمال ونعين إتجاه الخط  $b$  هو ثم تأخذ عليه طوله ونكرر العملية حتى ننتهي من رسم المضلع كله وحتى نصل إلى نقطة البداية  $a$  .

وفي المعتاد لا نصل إليها بالضبط بل نصل إلى نقطة أخرى مثل  $a'$  مجاورة لها وذلك نتيجة الخطأ في قياس الأطوال والانحرافات وكذلك الخطأ الناشئ عند الرسم في المكتوب ويكون هذا الخطأ سبباً في عدم قفل المضلع ويطلق عليه (خطأ القفل) وفي هذه الحالة يجب تصحيح هذا الخطأ .

#### ثانياً - رسم للضلع بمعلومية الزوايا الداخلية له :

تتطلب الزوايا الداخلية للضلع من الانحرافات المصححة ثم اوقع خط بعد آخر بالمنقلة بمعلومية الزوايا المحصورة بين الخطوط وأطال . وال هذه الخطوط ولحساب الزوايا الداخلية تستعمل المعادلة (١٥) .

#### تصحيح خطأ القفل تعديلياً :

حيث أن المضلع مقفل في الطبيعة فيجب أن يكون مقفلاً عند رسمه وإذا لم يقفل يجب إجراء تصحيح لهذا الخطأ فتعين الخطوات الآتية



المختصر ، والمركبة الرأسية تساوى طول الخط مضروباً في جيب تمام زاوية الانحراف المختصر ، وتكون للمركبة إشارة موجبة أو سالبة حسب الانحراف الدائري للخط .

والضلع المقفل يتكون المجموع الجبرى للمركبات الأفقية ، مساوياً للصفر والمجموع الجبرى للمركبات الرأسية مساوياً أيضاً للصفر .

أما إذا لم يكن المجموع الجبرى للمركبات سواء الأفقية أو الرأسية لاساوى الصفر فهذا دليل على وجود خطأ قفل تكون مركبته الرأسية هي المجموع الجبرى للمركبات الأفقية للضلع ومركبته الرأسية هي المجموع الجبرى للمركبات الرأسية للضلع ، ودلي هذا فإن خطأ مقفل يكون مساوياً .

$$\begin{array}{c} \text{خطأ المقفل} \\ \hline \sqrt{(المركبة الأفقية للخطأ)^2 + (المركبة الرأسية للخطأ)^2} \end{array} \quad (١١)'''$$

وعند الخطأ يوزع إذا كانت نسبتته إلى مجموع أطوال الأضلاع ( الترافرس

البوصلة ) لا تزيد عن  $\frac{1}{100}$  في الأراضي الوعرة عن  $\frac{1}{1000}$  في المدن ، بحيث

ينصب أغلبيته على طول المضلع ولا يصيب الزوايا إلا بأفضل قدر ممكن من التغيير .

ويمكن تصحيح المستقيبات كالآتي

$$(12) \dots \frac{\text{المركبة الرأسية المصححة} = \text{المركبة الرأسية للخط}}{\text{المجموع العددي للمركبات الرأسية}} \times \text{المركبة الرأسية للخط}$$

$$(13) \dots \frac{\text{المركبة الأفقية المصححة} = \text{المركبة الأفقية للخط}}{\text{المجموع العددي للمركبات الأفقية}} \times \text{المركبة الأفقية للخط}$$

ويمكن إجراء التصحيح بطريقة بوديتش ( Bowditch ) فتكون

$$(14) \dots \frac{\text{المركبة الأفقية المصححة للخط} = \text{المركبة الأفقية للخط}}{\text{مجموع أطوال الخطوط}} \times \text{طول الخط}$$

$$(15) \dots \frac{\text{المركبة الرأسية المصححة للخط} = \text{المركبة الرأسية للخط}}{\text{مجموع أطوال الخطوط}} \times \text{طول الخط}$$

ثم يرسم المضلع نقطة بنقطة بإستعمال المركبات المصححة . ويلاحظ أنه للتحديد إحدى نقط المضلع رُسم المركبة الأفقية موازية المحور السيني وبمسافة تساوي مقدارها ومن نهايتها ترسم المركبة الرأسية المصححة للخط موازية للمحور فنصل إلى النقطة التالية من نقط المضلع وهكذا وبهذا يتلأشى خطاً قفل المضلع إذ أننا صححناه سلفاً .

## أمثلة محلولة

مثال ١ :

أُخذت الانحرافات التالية بالبوصله المنصوبه في ترافرس مقفل  
 ا ب ح د هـ و . والمطلوب تصحيحها ثم إستنتاج الانحرافات المختصرة لأضلاع  
 الترافرس .

الضلع	انحراف أمامي	انحراف خلفي
ا ب	٢٢٥°	١٥°
ب ح	٢٩٩°	٠٠°
ح د	٣١°	١٥°
د هـ	١٢٥°	٠٠°

مثال ٢ :

اصحح بطريقة الجاذبيه الحليه الانحرافات للضلع ا ب ح د هـ و ا - ١3  
 كانت الانحرافات المرصوده للخطوط على التوالي هي :

١٤٤°	٠°	٢٢٢°	ا ب
٦٨°	٠°	٢٤٧٠°	ب ح
٢٧٨٠°	٠°	٩٩٧٥°	ح د
٢٣٦°	٠°	٦٧٢٥°	د هـ



من مثال (١)

الانحراف الأمامي المتوسط	الفرق	الانحرافات المصححة		الفرق	الانحرافات المرصودة		المطل	
		خلفي	أمامي		خلفي	أمامي		
٤٤ غ	١٨٠	٤٥	٢٥	١٨٠	٢٥	١٨٠	٢٥	١ ب
١٠ غ	١٨٠	١١٩	٣٠	١٧٩	٣٠	١٢٠	٢٩٩	٣ ب
٣٠ ق	١٨٠	٢١٠	٣٧	١٧٩	٣٧	٢١٠	٣١	٥ ب
٤٥ ق	١٨٠	٣١٥	٥٠	١٨٠	٥٠	٣١٥	١٣٥	١٥

وبلا حظ أن التصحيح للانحرافات كان بطريقة للتوسعات حيث أن الانحطاب بسيطة ولا تعتمد على

وتم التصحيح بإضافة نصف الفرق من ١٨٠° إلى الانحراف الأكبر وطرح نصف الباقي من الانحراف الأقل وذلك إذا كان الفرق أقل من ١٨٠° وأصبح المكس عندما كان أصغر من ١٨٠°

حل مثال (٢)

الخط	الانحراف المرصودة		الفرق	الانحرافات المصححة		الفرق
	أمامي	خلفي		أمامي	خلفي	
ا ب	١٤٤° ٠٠	٣٢٢° ٠٠	١٧٨° ٠٠	١٤١° ٤٥	٣٢١° ٤٥	١٨٠° ٠٠
ب ح	٦٨° ٠٠	٣٠٢° ٤٧	١٧٩° ٣٠	٦٧° ٤٥	٢٤٧° ٤٥	١٨٠° ٠٠
ح د	٢٧٨° ٣٠	٩٩° ٤٥	١٧٨° ٤٥	٢٧٨° ٤٥	٩٨° ٤٥	١٨٠° ٠٠
د ا	٢٢٦° ٠٠	١٥° ٥٧	١٧٨° ٤٥	٢٣٥° ٠٠	٥٥° ٠٠	١٨٠° ٠٠

ملاحظات على الحل

- ١ - الفرق بين الانحرافين أقل ما يمكن في الخط ب ح هو ٣٠.
- ٢ - صحح الانحرافين الأمامي للخط ب ح بطريقة المتوسطات
- ٣ - صححت بقية الانحرافات بطريقة الجاذبية المحلية

مثال (٣)

- ا ب ح د ه ا مطلع مقفل قياس أخلاعه فكانت ٤٥٠٠ - ٤٠٠٠ -  
 ٧٠٠ - ٤٠٠ - ٦٠٠ مترا على التوالي وقيمت الانحرافات الخطوط  
 الامامية والخلفية بالبوصله للمنشورية فكانت :

الانحراف الخلفي	الانحراف الامامي	الضلع
٨٩° ٣٠	٧٠° ٣٠	ا ب
١٨٠° ٣٠	٣٥٩° ٣٠	ب ح
٢٢٩° ٤٥	٦٠° ١٥	ح د
٢٣٠° ١٥	١٤٩° ٤٥	د ه
٢٩° ٣٠	٢١٠° ٣٠	ه ا

أحسب الزوايا الداخلية المصححة انقطع - أرمم المثلث بمقياس رسم  
١ : ١٠٠٠ ثم صعدت تخطيطياً

### الحل

الاضلاع	الطول	الانحرافات المرصودة		الفرق	الانحرافات المصححة	
		أمامي	خلفي		أمامي	خلفي
ب	٤٥	٣٠	٢٧٠	٨٩	١٨١	٢٧٠
س	٤٠	٣٠	٢٥٩	١٨٠	١٧٠	٢٥٩
د	٧٠	١٥	٤٥٦٠	٢٣٩	١٧٩	٢٣٩
هـ	٤٠	٤٥	١٠١٤٩	٢٣٠	١٨٠	٢٣٠
و	٦٠	٣٠	٢٠٢١٠	٢٩	١٨١	٢١٠

الزاوية الداخلة عند ب = ٩٠ - ٨٩ = ١  
الزاوية الداخلة عند س = ١٨٠ - ٣٠ = ١٥٠  
الزاوية الداخلة عند د = ٢٤٠ - ١٥ = ٢٢٥  
الزاوية الداخلة عند هـ = ٢٢٠ - ٤٥ = ١٧٥  
الزاوية الداخلة عند و = ٢٢٠ - ٣٠ = ١٩٠

بمجموع الزوايا الداخلية = ٥٤٠

يلاحظ أن الزوايا هي ٩٠، ١٢٠ - ويمكن رسم الشكل بالإستعانة  
بالمثلث فقط - وتوقيع الأطوال حسب مقياس الرسم ١ سم لكل ١ متر. ويفرد  
الشكل - ويصحح خطأ النقل تخطيطاً. والنقط أ ب يتجه غرباً تماماً

وأجريت التصحيحات للانحرافات بطريقة المتوهمات حيث أن الفرق في الانحرافات يزيد أو يقل عن  $180^\circ$  بمقدار درجة واحدة

مثال ٤ :

أ ب م مضلع مقفل س ، و تقطعان خارجتان عنه وقيست الزاوية  
 اس و فكانت  $42^\circ - 128^\circ$  ، فإذا علم أن النقط جميعها تقع في منطقة منجم  
 حديد وكانت الانحرافات المقاسة للاضلاع بالبوصله للشمسية هي :

أ ب  $16^\circ - 140^\circ$  ح ب  $31^\circ - 80^\circ$  ب ح  $1^\circ - 223^\circ$   
 ح د  $5^\circ - 173^\circ$  د ه  $9^\circ - 273^\circ$  ه ه  $1^\circ - 307^\circ$

والخط اس يتجه جنوباً تماماً — عين الانحرافات الصحيحة للاضلاع  
 للمضلع وكذلك للنقط س

### الحل .

التصحيح يكون بطريقة الجداولية المحلية حيث أن المضلع في منطقة بها منجم  
 حديد والفرق يزيد على  $90^\circ$

المضلع	الانحراف الامامى	الانحراف الخلفى	الفرق	الامامى للمصحح	الخلفى للمصحح
أ ب	$16^\circ - 140^\circ$	$307^\circ - 41^\circ$	$167^\circ - 41^\circ$	$124^\circ - 08^\circ$	$304^\circ$
ب ح	$09^\circ - 273^\circ$	$31^\circ - 80^\circ$	$38^\circ - 187^\circ$	$269^\circ - 20^\circ$	$89^\circ$
ح د	$08^\circ - 223^\circ$	$05^\circ - 173^\circ$	$03^\circ - 160^\circ$	$236^\circ - 07^\circ$	$106^\circ$

ومن الجدول نجد أن جميع النقاط متأثرة بالجاذبية المحلية ، لذا اخترنا أقل الخطوط تأثراً - وهو الخط ب ه - وصحناه بطريقة المتوسطات ثم صحنا باقي الخطوط الجاذبية المحلية .

ومن الجدول نجد أن التصحيح عند نقطة ا هو - ٨٠ - ١٦٠ °

وبذلك فإن :

$$\text{انحراف ا س} = ١٨٠ - ١٦٠ = ٢٠ \text{ °}$$

$$\text{انحراف س و} = \text{ا س} - (١٨٠ - \text{س ا})$$

$$= \text{انحراف ا س} - ١٨٠ + \text{س ا}$$

$$\text{انحراف و س} = \text{انحراف س ا} + ١٨٠$$

$$= ١٦٣ \text{ °} ٥٣ + ١٢٨ \text{ °} ٤٢$$

$$= ٢٩٢ \text{ °} ٣٤$$

مثال (٥) :

الارصاد الآتية أخذت لثلاثين مقل ا ب ه و ا .

والمطلوب إيجاد :

١ - الانحرافات للصحة للضلع .

٢ - الكليات اللازمة لرسم المضلع بطريقة المركبات .

الانحراف الخلفي		الانحراف الأمامي		الطول بالمتر	الخط
٢٤٤	١٨	٦٤	١٨	٥٨	أ ب
٣٠٧	٤٩	١٢٨	١٩	٩٠	ب ج
٢٢	٣٥	٢٠١	١٥	٦٣	ج د
١٠٧	٥٩	٢٨٨	٤٩	٤٥	د هـ
١٤٤	٠٨	٣٢٤	١٨	٩٤	هـ أ

المطل

أولا : مسح الامور المادية للمطل :

المسرق	الامور المسح		المسرق	الامور المسح		بالتر الطول	المطل
	المطل	الامور		المطل	الامور		
١٨٠	٢٢٤	١٨	١٨٠	٢٤٤	١٨	٥٨	١ ب
١٨٠	٢٠٨	١٩	١٧٨	٢٠٧	٤٩	٩٠	١ ب
١٨٠	٢١	٢٥	١٧٨	٢٧	٢٥	٦٢	١ ب
١٨٠	١٠٧	٤٩	١٨٠	١٠٧	٥٩	٨٥	١ ب
١٨٠	١٤٤	٨٠	١٨٠	١٤٤	٨٠	٩٤	١ ب

ملحوظة : تم للمسح بطريقة المادية الحية بإختيار أن الخط ا ب خال من المادية .

ثانيا : حساب المركبات الاقضية للصحة :

المركبة الاقضية الرأسية	المركبة الرأسية المصحة	المركبة الاقضية ل ج هـ	المركبة الرأسية ل ج هـ	الاختلاف المتوسط	ربيع الادارة	الاختلاف المتوسط	الطول	المطل
٢٥٠٧٩٢٧ +	٢٥٠٧٩٢٧ +	٥٢٣٦٢٥ +	٢٥٢٥٩٢٢ +	٩٤ ١٨	٩٤ ١٨	٥٨	١ ب	
٢٩٤٨٧٢٣ +	٥٥٧٢٣٤ -	٧٠٦١٢٦ +	٥٥٨٠٠٦ -	٥١ ٤١	١٧٨ ١٩	٩٠	٣ ب	
٢٣٢٣٧١ -	٥٨٥٣٧١ -	٢٣١٧٤٨ -	٥٨٦٨٢٧ -	٢١ ٢٥	٢٠١ ٢٥	٩٢	٥ ب	
٥٥٩٥٢٧ -	١٣٨٠٢٣ +	٢٣٨٤١٨ -	١٣٧٦٨٧ +	٧٢ ١١	٢٨٧ ٤٩	٤٥	٥ د	
٥٥٢١٢٥ -	٧٥٢٦٧٧ +	٥٥٠٧٤٧ -	٧٦١٧٦٠ +	٢٥ ٥٢	٢٢٤ ٠٨	٩٤		
١٢١٦٠٢٤ +	١١٤٢٧٠٥ +	١٢٢٥٨٧٦١ +	١١٥٠٩٦٩ +			٢٥٠	مطل	
١٢١٦٠٢٤ -	١١٤٢٧٠٥ -	١٢١٥٠٩١٣ -	١١٤٢٧٨٢٣ -				المطل	
٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠	١٧٧٨٤٨ +	٠٧١٢٦ +					

ملحوظة : الخط ا ب :

$$\frac{٥٨ \times ٠٧١٢٦}{٢٥٠} + \frac{٢٥٠١٩٧٥}{٢٥٠} = \frac{٢٥٠٧٩٢٧}{٢٥٠}$$

$$\frac{٥٨ \times ٠٧٨٨٥}{٢٥٠} + \frac{٥٢٣٦٢٥}{٢٥٠} = \frac{١٢١٦٠٢٤}{٢٥٠}$$



ملاحظات على الخار :

المركبة الرأسية للنط = طول الخط  $\times$  حتا زاوية الانحراف المختصر

المركبة الأفقية للنط = طول الخط  $\times$  حتا زاوية الانحراف المختصر

مركبات خطأ القفل هي :

المركبة الرأسية للخطأ = + ٠.٧١٣٦

المركبة الأفقية للخطأ = + ١.٥٧٨٤٨

طول المحيط = ٣٥٠ مترا .

وبذا فإن التصحيح للمركبات الرأسية والمركبات الأفقية يكون

بالسالب .

## تمارين

١ - إذا علم أن الإنحراف المختصر الإفتراضى لخط  $\alpha$  سنة ١٩٤٠ هو  $١٤٤$  -  $٨٨$  غ وكان الشمال الإفتراضى يتصرف عن الشمال الجغرافى  $٤٤$  -  $١$  غرباً فأحسب الإنحراف الجغرافى للخط ١٩٧٩ كذلك لإنحرافه المغناطيسى إذا علم أن زاوية الاختلاف فى سنة ١٩٤٠ كانت  $٢٣$  -  $٩$  شرقاً وأن معدل التغير السنوى فى زاوية الاختلاف كان  $١٨$  - غرباً .

٢ - احسب الإنحراف المغناطيسى المختصر لخط  $\alpha$  علم أن لإنحرافه الجغرافى  $٣٤$  -  $٢٤٨$  وكانت زاوية الاختلاف للكان  $٥٦$  -  $١٢$  غرباً . ماذا يكون الإنحراف المغناطيسى المختصر لنفس الخط بعد مرور ٢٠ عاماً إذا كان معدل التغير فى زاوية الاختلاف  $١٢$  -  $١$  سنوياً وإلى الغرب ؟

٣ - مضلع  $\alpha$  ب ج د هـ قيسس الانحرافات فكانت كما يلى :

$$\alpha \text{ ب} = ٣٠ - ٩٤ \text{ هـ} \quad \text{ب ج} = ٢٤٣ - ٢٢ \text{ د} \quad \text{ج د} = ١٠٥ - ٣١٥$$

$$\alpha \text{ د} = ٢٦ - ١٠ \quad \text{د هـ} = ٥٥ - ٠٠ \text{ هـ} \quad \text{هـ} \alpha = ٢٥ - ١٧٨$$

ما هى الانحرافات المصححة للاضلاع ؟ وإذا قيس الانحراف من نقطة جـ

الى ركن مبنى هـ وكان  $١٧٨$  - فما هو الإنحراف الصحيح للخط جـ هـ ؟

٤ - لرفع منطقة أجرى تشكيل مضلع - بين  $\alpha$  ب ج د هـ و هو ثم قيست انحرافات أضلاعها بالبوصلة كما هو مبين فيما بعد - وقد كان المضلع الاول فى منطقة تشوين ملته بالحديد والمعادن ثم بدأ لبناء كوبرى - أما المضلع الثانى فكان فى منطقة خالية تماماً من أية مؤثرات على البوصلة - وبعد أن تم بناء الكوبرى عرّض

رابط المثلثين  $\alpha$  و  $\beta$  وكان الإنحراف  $\alpha$  يساوى صفراً، والزاوية  $\alpha$  و  $\beta = 124^\circ$ . أوجد الإنحرافات الخطوط  $\alpha$ ،  $\beta$ ،  $\gamma$ ،  $\delta$ ،  $\epsilon$ ، و  $\zeta$  الصحيحة

$$\begin{aligned} \alpha &= 161^\circ 27' \quad \beta = 384^\circ 20' \quad \gamma = 96^\circ 42' \\ \delta &= 19^\circ 34' \quad \epsilon = 1^\circ 08' 318 \quad \zeta = 16^\circ 27' \\ \eta &= 16^\circ 19' \quad \theta = 92^\circ 08' \quad \iota = 271^\circ 42' \\ \kappa &= 104^\circ 41' \quad \lambda = 12^\circ 44' \quad \mu = 280^\circ 17' \end{aligned}$$

و -  $\alpha$  و  $\beta$  مثلث  $\gamma$ ، و  $\delta$  نقطتان خارجتان والزاوية  $\alpha$  و  $\beta = 100^\circ$  والإنحرافات للاضلاع هي :

$$\begin{aligned} \alpha &= 20^\circ 57' \quad \beta = 140^\circ 16' \quad \gamma = 80^\circ 31' \\ \delta &= 273^\circ 09' \quad \epsilon = 1^\circ 173' 05' \quad \zeta = 222^\circ 08' \\ \eta &= 180^\circ 80' - \text{عين الإنحراف الفائز الصحيح للنقط } \alpha \end{aligned}$$

والإنحراف المختصر للضلع  $\delta$

٦ - كانت نتيجة أرصاد زافرس بواسطة مقفل كايلى :

الخط	الإنحراف الأمامى	الإنحراف الخلفى
$\alpha$	$191^\circ 30'$	$9^\circ 40'$
$\beta$	$40^\circ 00'$	$182^\circ 10'$
$\gamma$	$10^\circ 228'$	$10^\circ 08'$
$\delta$	$30^\circ 22'$	$30^\circ 203'$
$\epsilon$	$40^\circ 72'$	$00^\circ 203'$

صحح هذا الترافرس ، أحسب الإنحرافات المختصرة للأضلاع ، وأحسب أيضا الزوايا الداخلية في المضلع ، مع تصحيح هذه الزوايا

٧ - صحح الإنحرافات للمضلع ا ب ح و هـ وذلك بطريقة الجساذية المحلية . وعين الانحرافات المختصرة لكل ضلع بعد التصحيح إذا كانت الانحرافات المقاسة هي :

الضلع	الأماسى	الحلقى
ا ب	٢٢٥ ٣٠	٥٢ ٢٠
ب ح	٢٩٤ ٤٠	١١٥ ٤٠
ح و	٢١ ٢٠	٢٠٣ ١٠
و هـ	٩٦ ٠٠	٢٢٦ ٠٠
هـ ا	١٤٥ ٥٠	٢٢٦ ٢٠

٩ - شكل رباعى مقفل ا ب ح و هـ فيه :

الضلع	الطول (متر)	الإنحراف الخارجى
ا ب	١٠٥	٩٠
ب ح	١٥٠	١٢٠
ح و	١٢٠	٢١٠

عين طول وإنحراف الخط و ا

## الباب الثالث

### الخرائط المساحية

إن من أهم الواجبات الأساسية في علم المساحة هو عمل خرائط بمقاييس رسم مختلفة لنقى أعراسنا كثيرة ، وتبعث المساحة المستوية والتي بمن يصددها عمل نوعين أساسيين من الخرائط هما الخرائط الطبوغرافية والخرائط التفصيلية

أولا - الخرائط الطبوغرافية : ( Topographic maps )

وهي الخرائط التي تبين المعالم الأساسية بالمنطقة كحدود البلاد والمشاريع الصناعية وطبوغرافية المنطقة بمثل في خطوط الكوتور أو مناسيب النقط الأساسية كما يأتي بعد . كما تبين أيضا التفاصيل الطبيعية والإنشائية

وترسم هذه الخرائط بمقاييس رسم صغير وغالبا ما يكون ١ : ٧٥.٠٠٠  
وتتراوح مقاييس الرسم بها عموما ما بين ١ : ٥.٠٠٠ إلى ١ : ١٠.٠٠٠

وأهم استعمالات الخرائط الطبوغرافية هي :

١ - التخطيط العام للمشاريع الهندسية في لازمة لمهمات حصر الأراضي والتخطيط لمشروعات الري والصرف وغيرها

٢ - الدفاع القومي والأغراض العسكرية

٣ - تحسين موارد الإنتاج للمعادن وغيرها — فهذه الخرائط ضرورية في حالة البحث عن أماكن للمعادن والنفوذ والقنوات الطبيعية والامانات المختلفة وتعرف حيثئذ بالخرائط الجيولوجية

- ٤ - تخطيط الطرق والمدن والمساكنات وآكل الزبة ومقاومة الفيضانات  
ولاختيار مواقع أبراج نقل التيار الكهربائي العالي
- ٥ - اعتبار الأساس الأول لإيجاد خرائط ذات مقياس كبير لأجزاء  
المنطقة .

#### ثانيا - الخرائط التفصيلية ( كاداسترالية ) : ( Cadastral maps )

- وهي خرائط توضح حدود وتفاصيل الملكيات الزراعية والمقارعة وتسمى  
عادة في مصر الخرائط التفصيلية ١ : ٥٠٠ ، ١ : ١٠٠٠ بخرائط تفريد المدن  
بينما تسمى الخرائط التفصيلية ١ : ٢٠٠٠ بالخرائط الزراعية أو خرائط ملك الامام  
وتستعمل الخرائط التفصيلية في أغراض عديدة منها
- ١ - تحديد ملكيات الأراضي الزراعية والمقارعات
  - ٢ - تحديد الضرائب المستحقة من الزمامات والأموال
  - ٣ - تقسيم الأراضي والملكيات وتعديل الحدود بين الملكيات المختلفة
  - ٤ - التخطيط النهائي للشارع وتفاصيلها

وبالإضافة إلى هذين النوعين من الخرائط توجد وتعمل خرائط أخرى  
أنواعها كثيرة لأغراض ساسة فهناك خرائط جيولوجية وجغرافية وخرائط  
جيوفيزيائية وخرائط ملاحية وغيرها وستقتصر في هذا المجال ونحن نصد  
المساحة المستوية على نوعين وهما الخرائط الطبوغرافية والخرائط التفصيلية .

وسوف نتناول بالشرح في هذا الباب أهم المتطلبات اللازمة للخرائط المساحية  
مثل مقياس الرسم اللازم لعمل الخريطة وطرق رسم وتكبير وتصغير ونسخ  
الخرائط وإنكماش الخرائط وترتيب الخرائط بالنسبة لبعضها وغيرها من  
الموضوعات الهامة والناعة بالخرائط المساحية

## مقياس الرسم للخرطة

من الطبيعي أنه لا يمكن رسم خرائط لمناطق معينة بأبعادها الطبيعية ولذلك  
تصغر هذه الأبعاد بنسبة ملائمة تتوقف على :

١ - نوع الخريطة من حيث الغرض التي تنشأ من أجله.

٢ - أهمية العمل المراد لإنشاء الخريطة له.

٣ - أبعاد اللوحة التي رسم عليها الخريطة.

ونذا يجب تحويل الأبعاد في الطبيعة إلى نسبة معينة منها يسمى بمقياس الرسم  
الخريطة أو مقياس الرسم . أي أن مقياس الرسم هو النسبة الثابتة بين طول أي  
بعد على الخريطة والطول المقابل له في الطبيعة .

### أنواع المقاييس

المقاييس المستخدمة عادة في الخرائط المساحية نوعان :

(ب) خطية

(١) عددية

١ .. المقياس العددي : هو نسبة ثابتة وبين بكرس إعتيادي بسطه الواحد  
ومقامه المسدد يدل على مقدار الطول الطبيعي المساوي له فإذا كان لدينا بعد  
بين نقطتين في الطبيعة هو ٤٠ مترا بينما هو في الخريطة ١ سم فيكتب ١ سم =

٤٠ متر ويكون مقياس الرسم هو ١ : ٤٠٠٠ كنسبة وأحيانا  $\frac{1}{4000}$  كنكسر

إعتيادي وقاسا على هذا فنجد مقاييس مختلفة مستعملة مثل  $\frac{1}{1000}$  ،  $\frac{1}{500}$  ،  $\frac{1}{10000}$

أو ١ : ١٠١٠٠ : ١٠٤٠٠٠ : ١٤١٠٠٠ : ٢٥٠٠٠ وهكذا

### المقياس التخطيطي :

تعيين الأطوال على الخريطة لا بد لنا من إجراء عمليات حسابية من الأطوال في الطبيعة - لذلك يمكننا الاستغناء عن العمليات الحسابية كل مرة وذلك برسم مقياس الرسم للخريطة بطريقة معينة وتعيين منه الأطوال مباشرة وبمقياس المقياس في هذه الحالة بالمقياس التخطيطي ومزاياه كثيرة وهي :

١ - أسهل من المقاييس العددية وخصوصاً إذا كانت القطعة المراد رسمها تتكون من خطوط كثيرة

٢ - تسهيل العمل وتوفير الوقت وقلة الخطأ

٣ - يرمس المقياس في أسفل الخريطة وبهذا يتلافى تأثير التمدد والانكماش على الأطوال المعتبرة بالمقياس التخطيطي إذ أن المقاييس العددية لا تعطى نتائج صحيحة عند قياس أى بعد على الخريطة وتحريكه إلى البعد المقابل في الطبيعة نظراً لما يطرأ على الخريطة من التمدد أو الانكماش في حين أن المقياس التخطيطي يكون تحت نفس العوامل والظروف المؤثرة على الخريطة نفسها

وتنقسم المقاييس التخطيطية إلى قسمين :

مقاييس طولية بسيطة ومقاييس هيكليّة

أولاً - المقاييس البسيطة :

سنبين هذا النوع من المقاييس التخطيطية بالأمثلة التالية :



مثال ١ :

أرسم مقياساً بسيطاً  $\frac{1}{1000}$  ليبين ٢ متر

### الحل

هذا المقياس معناه أن وحدة طول على هذه الخريطة تقابل ١٠٠٠ وحدة من هذا الطول في الطبيعة أي أن :

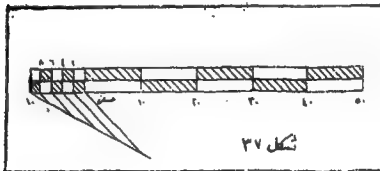
١ سم على الخريطة يقابلها في الطبيعة ١٠٠٠ سم

بمعنى أن :

١ سم على الخريطة يقابلها في الطبيعة ١٠ م

نرسم خطاً مستقيماً بطول مناسب ولأخذ عليه عدة أقسام متساوية ، طول كل قسم منها ١ سم ونكتب عليها ما تساويه في الطبيعة وهو ١٠ م

وبمقياس الرسم هكذا يكون أصغر قسم يمكن معرفته هو ١٠ متر ولكنه مطلوب مقياس ليبين ٢ متر ولذلك نأخذ القسم المرحود على اليسار ونقسمه إلى ٢ أجزاء كل منها يساوي ٢ متر كما هو موضح في شكل (٣٧)



مثال ٢ :

أرسم مقياس بسيط ١ : ٢٥٠٠ يقرأ ١٠ قصبات

الحل

١ قصبة يقابلها في الطبيعة ٢٥٠ قصبة

٣٥٥ سم في الطبيعة ٢٥٠٠ قصبة

٣٥٥ سم في الطبيعة ٢٥٠٠ قصبة

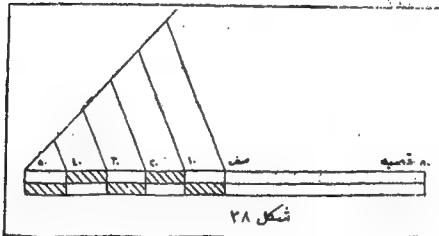
٣٥٥ سم في الطبيعة ٢٥٠ قصبة

٧٥١ سم في الطبيعة ٥٠ قصبة

وبلاحظ أننا لم نقف عند الحد ٣٥٥ سم يقابلها في الطبيعة ٢٥ قصبة بل

أخذنا الحد ٧٥١ سم يقابلها في الطبيعة ٥٠ قصبة وذلك لعدم إمكانية تقسيم

٣٥٥ سم أو رسمها بالمسطرة العادية



وعلى هذا نرسم خطاً مستقيماً نأخذ عليه الطول ٧.١ سم مرتين كل مرة  
تتمثل ٥٠ قسبة ، ونقسم أحد هذين القسمين إلى أقسام متعادلة كل قسم يمين ١٠  
قسبات كما هو موضح في شكل (٢٨)

وحيث أنه لا يمكن تقسيم طوله ٧.١ سم إلى ٥ أقسام يستعمل للمنطرة  
لذلك نستعمل الطريقة الهندسية المعروفة وهي أننا نرسم أي خط من أحد طرفي  
الجزء الأخير ونأخذ عليه ٥ أطوال متساوية معروفة ٢ سم مثلاً ونصل نهايتها  
بشأبة الجزء ونرسم موازيات لهذا الخط من نقط التقسيم الخط لنحصل على نقط  
التقسيم المطلوبة

#### ١١ : القياس الشبكي

يستعمل هذا المقياس لنفس الغرض الذي يستعمل له مقياس الرسم البسيط  
إلا أنه يمكننا بواسطته تعيين الأطوال القصيرة التي لا يمكن تعيينها بواسطة المقياس  
البسيط وذلك في الحالات التي لا يمكن فيها تقسيم القسم الذي على يسار الصفر إلى  
العدد المطلوب من الأقسام

#### مثال ١ :

لثني مقياس رسم ١ : ١٠٠٠ بين أمتار صحيحة

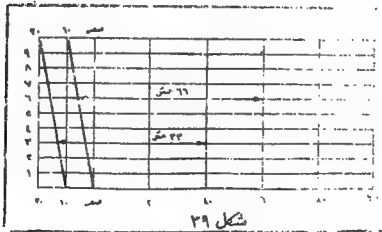
#### الحل

١ متر في الخريطة يقابلها في الطبيعة ٢٠٠٠ متر

١٠٠ سم يقابلهم في الطبيعة ٢٠٠٠ متراً

١ سم يقابله في الطبيعة ٢٠ متر

وزنهم مستقيم أفقياً على الخريطة وتقسّمه إلى أقسام رئيسية متساوية كل منها يساوى ١ سم وبين ٢٠ متر في الطبيعة وبين الأبعاد المقابلة لها ابتداء من صفر ، ٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠ وهكذا وتأخذ قسماً على يسار الصفر قيمته ٢٠ متراً وهو يساوى في الخريطة ١ سم وحيث أن المطلوب أن يبين للمقياس حتى ١ متر لذا يجب تقسيم ١ سم إلى ٢٠ قسم ، ولكن من البديهي أنه لا يمكن تقسيم ١ سم إلى ٢٠ قسم بدقة . لذلك تقسم الجزء الأساسى إلى قسمين كل منهما يساوى ١٠ أمتار ثم نقيم على المقياس الأساسى أعمدة من النقطة الأساسية للجزء الذى على يسار الصفر وتأخذ عليه ١٠ أبعاد متساوية ، ورسم منها خطوط موازية للمقياس الأساسى ثم نصل قطرى المستطيلين للكونين فى القسم الذى على يسار الصفر ، ويحصر القطر للمائل المحاور للخط الرأسى عند الصفر مسافات على الخطوط المتوازية تكون على الترتيب من أسفل إلى أعلى ١ متر ، ٢ متر ، ٣ متر وهكذا كما هو الواضح فى الشكل (٢٩)



ويلاحظ فى هذا المثال أنه يمكن التحكم فى أقل وحدة على المقياس الرئيسى وعلى ذلك يمكن تحديد عدد الأقسام الرأسية لكي يمكن الحصول على أقل قراءة

من العلاقة :

$$(١٥) \quad \frac{\text{أقل وحدة على المقياس الرئيسي}}{\text{أقل قراءة مطلوبة}} = \text{عدد الآلاف الرأسية}$$

مثال ٣ :

أرسم مقياس تخطيطي ١ : ١٠٠ بقرا ١ ذراع وبين القراءة (٣٩ ، ٦٤ ذ) (١٥)

الحل

٧٥ سم على الخريطة يقابلها في الطبيعة ١٠٠٠ ذراع

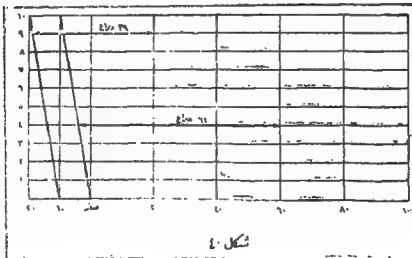
٧٥ سم على الخريطة يقابلها في الطبيعة ١٠٠٠ ذراع

٧٥ سم على الخريطة يقابلها في الطبيعة ١٠٠ ذراع

١٥ سم على الخريطة يقابلها في الطبيعة ٢٠ ذراع

ولذا نرمس خطا مستقيما ونأخذ عليه أقسام رئيسية طول كل منها ١٥ سم

لتبين ١ : ١٠٠ ذراع في الطبيعة كما في الشكل (٤٠) مع اعتبار أن أعين القسم الذي على يسار



الصفر لتقسيمه إلى قسمين كل منها ١٠ أذرفة . والآن لتحديد الأقسام الرئيسية  
وعندما نجد أن :

$$\text{عدد الأقسام الرئيسية} = \frac{\text{أقل وحدة}}{\text{أقل قراء}} = \frac{10}{1} = 10 \text{ أقسام}$$

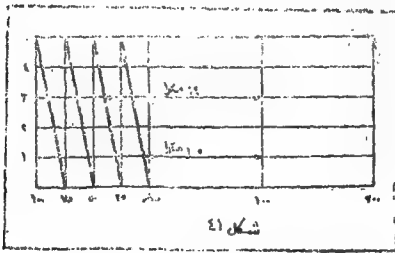
ولذا نلج نفس الخطوات التي في المثال السابق ونصل قطري المستطيل لنحصل  
على أقل قراءة وهي ١ قراء

مثال ٢ :

أرسم مقياس شبكي ١ : ٥٠٠٠ بقراء ٥ متر وبين عليه القراءتين ١٠٥ متراً  
و ١٤٥ متراً

الحل :

اتبع نفس الخطوات السابقة لانتهاء المقياس كما هو موضح في شكل (٤١)



العلاقة بين خطوط الخريطة وما يقابلها في الطبيعة :

قد يحدث أحيانا أن توجد خط أو مساحة معينة من خريطة بمقياس رسم يختلف عن مقياس رسم الخريطة التي رسمت به . فإذا أردنا لمقياس الرسم المرسوم به الخريطة م<sub>١</sub> والمقياس المطلوب م<sub>٢</sub>

$$\text{فيكون الطول المطلوب} = \text{الطول المرسوم} \times \frac{1}{\frac{M_1}{M_2}}$$

$$\text{المساحة المطلوبة} = \text{المساحة المرسومة} \times \frac{1}{\left(\frac{M_1}{M_2}\right)^2}$$

مثال ١ :

رسم خط بمقياس ١ : ٢٥٠٠ ولكن عند قياسه إستخدام مقياس ١ : ٢٠٠٠ فوجد أن طوله هو ٥٠٠ متر . فما هو طوله الحقيقي وماذا يكون طوله على خريطة ١ : ٢٥٠٠٠ .

الحل

$$\text{الطول الحقيقي} = \text{الطول الخطأ} \times \frac{1}{\frac{M_1}{M_2}}$$

$$= \frac{٢٥٠٠ \times ١}{١ \times ٢٠٠٠} \times ٥٠٠$$

٦٢٥ متر

$$\text{طول الخط في الخريطة} = 100 \times \frac{625}{5000} = 12.5 \text{ سم}$$

مثال ٢

رسمت قطعة أرض على خريطة بمقياس ١ : ٢٥٠٠ فكانت مساحتها على الخريطة مساوية لمساحة قطعة أخرى مرسومة بمقياس رسم هو ١ : ١٠٠٠ معلوم أن مساحتها ٥٠ فدان . فما هي المساحة الحقيقية لقطعة الأرض ؟

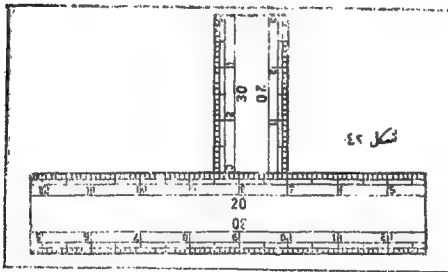
الحل

$$\text{المساحة الحقيقية} = 50 \times \left( \frac{2500 \times 1}{1 \times 1000} \right) = 312.5 \text{ فدان}$$



## رسم الخرائط

عندما يشروع في رسم خريطة لمنطقة ما يجب أن يختار المقياس المناسب  
لغرض الخريطة ثم يرسم هيكل المنطقة مع بيان مواضع النقط برسم دوائر  
عليها وتوقع على الخريطة الأبعاد والأحداثيات المأخوذة أثناء عملية التحقيب  
ولهذا الغرض تستعمل مسطرة تعرف بمسطرة الاحطاليات طولها ١ سم ومقسمة  
بمدوجة بالأمتار مباشرة حسب مقاييس رسم مختلفة وتزلق على حافتها مسطرة



منطقة على الخط المراد رسم التفاصيل عليه ( شكل ٤٢ ) . ثم توصل النقط أثناء  
الرسم بعضها ببعض لإظهار التفاصيل المطلوبة ثم تعبر الخريطة بعد إتمامها مع  
مراعاة رسم اتجاه الشمال عليها ، وتظهر التفاصيل في الوحة وفقا للاصطلاحات  
المتبعة في مصلحة المساحة وبذا يسهل فهم الخريطة والوقوف على تفاصيلها كما  
تلون أجزاءها طبقا لدلالاتها بالألوان المتفق عليها في مصلحة المساحة

### الاشعار الإصلاحية :

حتى يستطيع تجميع وإبراز أكبر كمية ممكنة من المعلومات والتفاصيل على الخريطة لابد من إختيار طريقة سليمة وواضحة وسهلة الفهم للتعبير عن الأماكن المختلفة والمباني والإنشاءات وحدود الحدود والكبارى والطرق وغيرها ... ولذلك لابد من معرفة هذه الإشارات والإصطلاحات التى وجبتها الهيئات المساحية فى البلاد المختلفة (مصلحة المساحة فى مصر) ... حتى يمكن مراعاة الخريطة وفهم ما تدل عليه بأسرع ما يمكن.

وتسمى الخرائط عادة ( فى ركن من أركانها ) على جدول يبين الإصطلاحات الموجودة فى الخريطة ومدلولها . والأشكال ( ٤٣ ، ٤٤ ) تبين بعض الإصطلاحات المتبعة فى رسم الخرائط



## المبادئ والمفاهيم



مدن وبلدات



ساحل وخليج



ساحل وخليج



ساحل وخليج



مزارع



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر



البحر

## تسخن الخرائط

كثير ما يطلب أكثر من نسخة لخريطة واحدة ولذلك ننسخ الخرائط لإمكان تبادلها بأحدى الطرق الآتية:

### ١ - دفتر القبط :

من واقع دفتر القبط ومن البيانات الموجودة به وللمأخوذة أثناء عملية التفريد يمكن رسم نسخ أخرى من الخريطة وهذه الطريقة غير عملية وتستخدم إذا أريد عمل نسخة واحدة فقط بمقياس رسم آخر .

### ٢ - التقسيم إلى مثلثات أو مربعات .

تقسم الخريطة إلى مثلثات إذا كانت أغلب رسوماتها شطوطاً مستقيمة ثم تنقل هذه المثلثات على النسخة المطلوبة بواسطة الفرجار . وتنقل معها تقاطع الحدود مع اضلاع المثلثات .

وغالباً ما تفرم الخريطة إلى مربعات يتناسب عددها حسب أهمية العمل والدقة المطلوبة ومقياس الرسم وكثرة التفاصيل بالخريطة . ثم ترسم مربعات مماثلة على الخريطة الجديدة وتنقل تقاطع الحدود مع اضلاع المربعات إلى الخريطة الجديدة في المواضع المقابلة لها .

### ٣ - التصوير والطبع والتصوير الفوتوغرافي

وهي أحسن وأحدث الطرق المستخدمة في النسخ فيتم تصوير الخريطة على ورق حساس ويمكن منه طبع العدد اللازم من النسخ فوق التصوير الفوتوغرافي تؤخذ صورة الخريطة بآلة تصوير على لوح سالب زجاجي ومنه يمكن طبع واستخراج النسخ اللازمة .

## تكبير وتصغير الخرائط

يجب أن نحتاج إلى تكبير الخريطة للحصول على بعض التفاصيل الدقيقة أو لتوضيح بعض المشاريع الهامة عليها ومع هذا أننا نريد الحصول على خريطة بقياس أكبر حتى يأتى لنا العمل الدقيق والتخطيط المتقن -- وفي بعض الأحيان نحتاج لنظم بعض الخرائط ذات المقاييس الكبيرة لمناطق متجاورة ولذا فنصغر الخرائط بقياس الرسم المناسب كما يحدث كثيرًا في عمليات حصر الأراضي والوزارات .

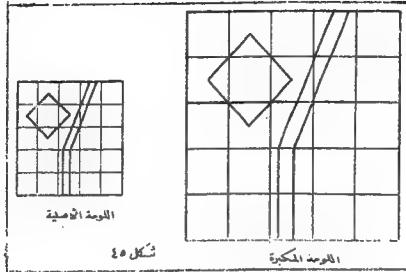
ويتم تكبير أو تصغير الخرائط بأحدى الطرق الآتية :

### ١ - من واقع دفتر اللقيط

من واقع البيانات الموجودة بدفتر اللقيط والمأخوذ في عمليات التفتيد تنسخ الخريطة بدرجة ولكن بقياس الرسم الجديد المطلوب وبأطبع بهذه الطريقة ليست عملية .

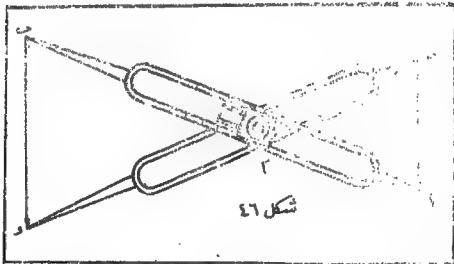
### ٢ - باستخدام المربعات

بتقسيم الخريطة إلى مربعات يتناسب عددها حسب أهمية الممثل والدقة المطلوبة وكثرة التفاصيل ثم ترسم مربعات جديدة النسبة بين أطوال أضلاعها وأطوال أضلاع المربعات الأصلية هي النسبة بين مقياس الرسم الأصل والمقياس المطلوب وتقتل تقاطع الحدود والنقط داخل المربعات إلى للمربعات الجديدة المناظرة كما في شكل (٤٥) .



### ٣ - فرجار التناسب

يستعمل فرجار التناسب في تكبير وتصغير النرائط وهو عبارة عن ساقين معدنيتين  $a$  و  $b$  ينتهي طرف كل منها بمن مدبب وفي وسط كل منها بحرة



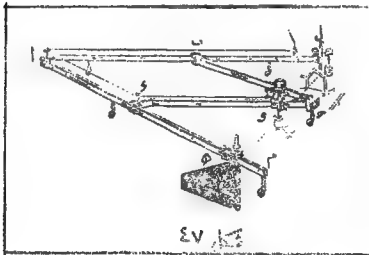
تتحرك فيه قطعة معدنية ذات ثقب عند المحور ومركب عليه صامولة ودورتان شكل (١٦) ويمكن ربط الصامولة بالضغط على الوردتين والساقين ويوجد في

وجه كل من الساقين على جانبي المجرأة تقاسيم مدرجة لكي تعطى النجمة المطلوبة لتكبير أو التصغير .

ونظرة فرجار التناسب أن الساقين يصبحان رافعة محور ارتكازها المسار م ويمكن تغيير موضع الارتكاز فتغير تبعاً لذلك كلا الساقين ا ح ، ب و والنسبة بينهما ، ولاستعمال فرجار التناسب في تكبير خريطة ما بنسبة ١ : ٣ مثلاً نترك القطعتين مما على المجرأة ونجعل العلامة المحفورة على القطعة المعدنية على الخط المرقوم ٣ و نربط الصامولة وتأخذ الأبعاد من الخريطة الموجودة بالمستتين الصغيرتين ؛ و نوقع على الخريطة الجديدة ذات المقياس ا ب بـ . ر بواسطة الستين الكبيرتين ب و .

#### ٤ - البالتوجراف

هو جهاز يمكن بواسطة تكبير وتصغير الخرائط بسرعة ودقة شكل (٤٧) وهو عبارة عن أربعة أنابيب معدنية متصلة ببعضها لاتصالاً مفصلياً عند النقاط ا ، ب ، ج ، د بحيث يكون الشكل ا ب ج د عبارة عن متوازي أضلاع أو معين في أى وضع من أوضاع الجهاز .





ويوجد على امتداد الضلع  $ا$  والنقطة  $هـ$  وهي عبارة عن ثقل ينحرك عليه هذا الضلع ويطلق عليها القطب

والنقطة  $و$  عبارة عن راسم ينتهي بقلم صلب أو بقلم رسم ، والنقطة  $ل$  تقع على امتداد الضلع  $ا ب$  هي أيضا راسم ينتهي بقلم صلب أو بقلم رسم .  
والساقان  $ا هـ$  ،  $و و$  مدرجان بتقام خاصة تعطى نسباً للتكبير أو التصغير بحيث إذا مبتناكل من الراسم  $و$  والثقل  $هـ$  على نسبة معينة من هذه التقاسيم فإن النقط الثلاث  $هـ$  ،  $و$  ،  $ل$  تكون على استقامة واحدة . ويكون لدينا في شكل (٤٧) .

$$\frac{هـ و}{هـ ل} = \frac{و ل}{ل ا} = \frac{ا هـ}{ا ب}$$

ويستعمل الجهاز بثبيت الثقل عند القطب  $هـ$  ويركب في الراسمان  $و$  ،  
 $ل$  بقلم صلب في أحدهما وقلم الرسم في الآخر ويمرر القلم الصلب الموجود في  
 $و$  حول محيط الفكل الأصلي لرسم قلم الرسم في  $ل$  شكلاً مماثلاً للفكل  
الأول مكباً بالنسبة المطلوبة

ونلاحظ أنه إذا استعمل هذا الجهاز للتصغير فإننا نضع القلم الصلب في  
 $ل$  ويكون قلم الرسم عند الراسم  $و$

فتلا إذا كان لدينا خريطة بقياس رسم ١ : ٢٠٠ ويراد تمثيلها إلى رسم  
١ : ٥٠٠ فنجد أن :

$$\frac{ا هـ}{ا ب} = \frac{و ل}{ل ا} = \frac{ا هـ}{ا ب} = \frac{ا هـ}{٢٠٥}$$

فيثبت الراسم (و) والنقل (هـ) على النسبة ١ : ٢ فنجد أن هـ، و، ل  
على استقامة واحدة ويوضع الخريطة ذات المقاس ١ : ٢٠٠ عند الموضع (ل)  
ويوضع قلم الصلب في الراسم (ل) وقلم الرسم في الراسم (و) ويتحرك الاسن  
(ل) حول محيط الخريطة فحصل في الوضع (و) على خريطة جديدة بمقاس الرسم  
المطلوب وهو ١ : ٤٠٠

والباتوجهراف أشكال متعددة غير أنها متفقة جميعها في نظرية تشغيله

## إنكماش الخرائط

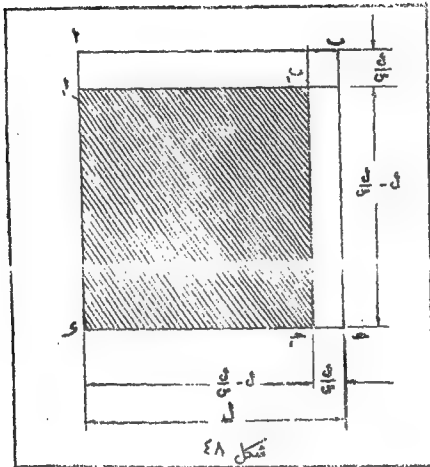
غالباً ما ينكش أو يتمدد ورق الرسم المرسوم عليه الخرائط المساحية وذلك نظراً لاختلاف درجات الحرارة والرطوبة في الجو ، وعلى هذا الأساس يحدث إنكماش أو يتمدد في الخرائط نفسها . وتكون المقاسات صحيحة إذا كانت مأخوذة بمقياس رسم تخطيطي مرسوم على الخريطة إذ أن المقياس يتهد بنفس النسبة التي يتمدد أو ينكش بها الورق والرسم الموقع عليه . أما إذا استعملت مسطرة أو مقياس عادي فإن المقاسات المأخوذة تكون عرضة لأخطاء لذا وجب تصحيح المساحات والأبعاد التي تقاس من الخرائط حتى تحصل على الأبعاد والمساحات الحقيقية ويتم ذلك برسم خط واحد في الخريطة يكتب طوله وبذا يمكن تعيين مقدار الإنكماش أو التمدد الذي يحدث فيه في أي وقت وعليه يمكن حساب الطول الصحيح لأي خط أو المسافات الحقيقية

فإذا فرض أن مماثل الإنكماش هو  $\frac{1}{n}$  وهذه النسبة تساوي نسبة إنكماش

خط على الورقة إلى طوله الأصلي وهي لا تعتمد  $\frac{1}{n}$  فإن خط طوله  $l$  ينكش

بمقدار  $\frac{l}{n}$  ، وإذا كان لدينا خريطة على هيئة مربع طول ضلعه الحقيقي هو  $l$  ،

فيكون مقدار الإنكماش في مساحة الخريطة مساوياً للمساحة الحقيقية مطروحا منها المساحة بعد الإنكماش شكل (٤٨)



$$\left( \frac{ل}{س} - ل \right) = \text{المساحة بعد الإنكماش}$$

$$\frac{ل}{س} + \frac{ل^2}{س} - ل =$$

ويأعمال الحد الأخير  $\frac{ل^2}{س}$  لصغره تكون المساحة بعد الإنكماش مساوية :

$$\left[ \frac{ل^2}{س} - ل \right] = \frac{ل^2}{س} - ل$$

المساحة بعد الإنكماش = المساحة الحقيقية (١) - ضعف معامل الإنكماش

... (١٦)

مثال (١)

خط طوله ٤٠ سم قيس على الخريطة فوجد ٣٩٩ سم وقيست مساحة قطعة أرض على نفس الخريطة فوجدت ١٦٠٠٠ م<sup>٢</sup> - ماهى المساحة الحقيقية ؟

الحل

$$\text{معامل الإنكماش} = \frac{٣٩٩ - ٤٠}{٤٠} = \frac{٠.٩}{٤٠} = \frac{١}{٤٠٠}$$

المساحة بعد الإنكماش = المساحة الحقيقية (١) - ضعف معامل الإنكماش

$$= ١٦٠٠٠ \text{ المساحة الحقيقية } (١ - \frac{١}{٤٠٠})$$

$$= ١٦٠٠٠ \text{ المساحة الحقيقية } \times ٠.٩٩٥$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = \frac{١٦٠٠٠}{٠.٩٩٥} = ١٦٠٨٠.٠٨ \text{ مترا مربعا}$$

مثال (٢)

فى خريطة مقياس رسمها ١ : ٢٠٠٠ لوحظ أن خط كان طوله ٤٠ سم عند رسمها صار ٣٩٨٠ سم فإذا قدرت مساحة قطعة أرض فى هذه الخريطة فكانت ٩٠ سم<sup>٢</sup> . أوجد المساحة الحقيقية لهذه الأرض بالاندان وكسوره

### الحل

المساحة الموجودة على الخريطة ٩٠ سم<sup>٢</sup> وتعادل مساحة في الطبيعة قدرها

$$٢٩٠٠٠ \text{ متر مربع} = \frac{(٢٠٠٠)^2}{١٠٠ \times ١٠٠} \times ٩٠$$

$$\text{معامل الإنكماش} = \frac{٢}{٤٠٠}$$

$$\text{الخطأ الناتج عن الانكماش} = ٢٩٠٠٠ \times ٢ \times \frac{٢}{٤٠٠} = ٢٦٠ \text{ م}^٢$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = ٢٩٠٠٠ + ٢٦٠ = ٢٩٢٦٠ \text{ متر مربع}$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = \frac{٢٩٢٦٠}{٤٢٠٠} = ٨,٦٠٧ \text{ فدان تقريبا}$$

## ترتيب الخرائط

هناك عدة طرق لترتيب الخرائط حسب مقاييس رسمها وأنواعها وأغراضها وذلك حتى يمكن الاستدلال عليها سهواً وكذلك لمعرفة موضعها بالنسبة إلى مجموعة من الخرائط الأخرى . وسوف نتعرض إلى ترتيب الخرائط في مصر حيث توجد طريقتان أساسيتان لترتيب الخرائط الزراعية والتفصيلية والطبوغرافية وهما طريقة الاتجاه وطريقة الكيلومتر

**أولاً : طريقة الاتجاه** — وقد استغنت مصلحة المساحة عنها وإن كانت بعض الخرائط المرسومة على هذا الأساس مازالت تحت التداول ومقاييس رسم هذه الخرائط هي :

٥٠.٠٠٠ : ١    ٢٥.٠٠٠ : ١    ١٠.٠٠٠ : ١    ٢.٥٠٠ : ١

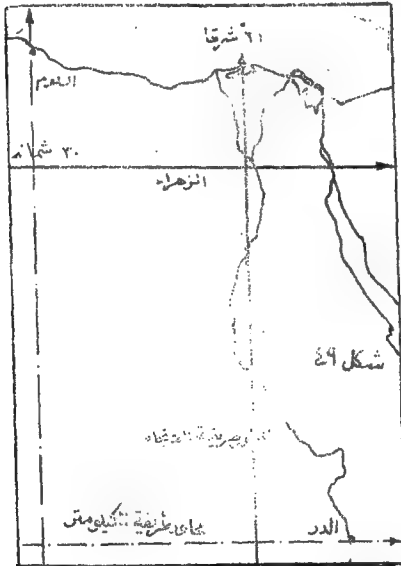
والخرائط المرسومة بالمقاييس الأخرى من ماذالت متداولة حتى الآن

**ثانياً : طريقة الكيلومتر** — وهى الطريقة المستخدمة حالياً في مصلحة المساحة لسهولة فهمها وعلى هذا فإن المناطق التي تعمل لها خرائط كيلومترية تسمى خرائطها الاتجاهية ، والخرائط المرسومة بهذه الطريقة هي ذات مقاييس رسم :

١٠.٠٠٠ : ١ ، ٢.٥٠٠ : ١ ، ٢.٥٠٠ : ١ ، ١.٠٠٠ : ١ ،

طريقة الاتجاه :

وفي هذه الطريقة أختير محورين أحدهما رأسى يمر بالشمال والجنوب بخط طول ٣١° شرقاً والآخر أفقى ويمر بالشرق والغرب بخط عرض ٣٠° شمالاً ويتقابل المحوران عند نقطة تبعد ١٢ كيلو متراً غرب الهرم الأكبر وتسمى



هذه النقطة بالأمراء شكل (٢٩) وقد أنشئت هذه الطريقة بالنسبة للقائس







### طريقة الكيلومتر

أساس هذه الطريقة هو اختيار محورين أحدهما رأسى يمر بمدينة العلوم على أساس أنها حدود مصر الغربية والآخر أفقى يمر بمدينة الدند (جنوب أسوان) شكل (٤٩) على أساس أنها حدود الأراضي الزراعية جنوباً ونقطة تلاقيها تعتبر نقطة الأصل وتغطى كل خريطة مساحة معينة بطول وعرض معينين .

وبعرفة رقم الخريطة يمكن الاستدلال على مواقع الخريطة بالنسبة لأراضي الجمهورية والأحداثيات كلها موجبة وقد شطبت المناطق كلها بخرائط مختلفة المقياس والجدول الآتى بين الخرائط المختلفة والمساحة المغطاة بكل خريطة (أبعاد الخريطة ٦٠ سم × ٤٠ سم لجميع المقاييس).

المقياس	طول المنطقة كم	عرض المنطقة كم
١ : ١٠٠٠٠٠	٦٠	٤٠ (طبوغرافية)
١ : ٢٥٠٠٠	١٥	١٠ (طبوغرافية)
١ : ٢٥٠٠	١.٥	١ فلك الزمام (زراعية)
١ : ١٠٠	٠.٦٠	٠.٤٠ (تفريدي مدن صغيرة)
١ : ٥٠٠	٠.٣٠	٠.٢٠ (تفريدي مدن كبيرة)

وفى بالى خرائط الكيلومتر بمقاييسها المختلفة :

### الخرائط الطبوغرافية ١ : ٩٠٠,٠٠٠

بين هذه الخرائط تفاصيل وطبوغرافية منطقة طولها ٦٠ كم شرقاً وغرباً  
وعرضها ٤٠ كم شمالاً وجنوباً ورقم أى لوحة منها عبارة عن كسر إحتيادى  
( بسطة ) هو الإحداثى الأفقى لهذا الركن ( بشرات السكبو مترات )  
( ومقلعة ) هو الإحداثى الأفقى لهذا الركن ( بشرات السكبو مترات ) أيضاً

فالوحة ٢٢ منها ما أنها اللوحة التى يحد ركنها الأسفل إلى اليسار من المحور  
الأفقى مسافة ٢٤٠ كيلو متر وعن المحور الرسمى ٣٦٠ كيلومتر .

مثال :

ماهى الخرائط الجالورة الخريطة ١ : ١٠٠,٠٠٠ رقم ١٨ .

### الحصل

الخريطة السفلى رقم ١٨

الخريطة العليا رقم ٢٢

الخريطة اليمنى رقم ١٨

الخريطة اليسرى رقم ١٨

### الخرائط الطبوغرافية ١ : ٢٥,٠٠٠

هذه الخرائط بين تفاصيل وطبوغرافية منطقة طولها ١٥ كم شرقاً وغرباً  
وعرضها ١٠ كم شمالاً وجنوباً وبين رقم أى لوحة منها على هيئة كسر إحتيادى

( بصفة ) الإحداثى الرأسى للركن الجنوبى للوحه ( بمشترات الكيلومترات )  
( واللقام ) الإحداثى الأفقى لهذا الركن ( بالكيلومترات ) فالوحه

$\frac{٨٠}{٣٠٠}$  معناها أنها الموحه التى يبعد ركنها الأسفل إلى اليسار عن المحور

الأفقى ٨٠٠ كيلومتر وعن المحور الرأسى ٣٠٠ كيلومتر .

٨١	٨١	٨١
٢٨٥	٣٠٠	٣١٥
٨٠	٨٠	٨٠
٢٨٥	٣٠٠	٣١٥
٧٩	٧٩	٧٩
٢٨٥	٣٠٠	٣١٥

شكل (٥٢) دليل الخريطة -  $\frac{٨٠}{٣٠٠}$

ولاستكتب أرقام الموحه المجاورة حول الخريطة بل نوضع فى دليل أ- فل  
الخريطة والدليل عبارة عن التانى لوحات المجاورة للوحه الأصلية .

ونلاحظ أن الفرق فى البسيط هو الوحده دائماً والوحده هنا بمشترات الكيلو  
مترات بينما المقام فالفرق فيه هو ١٥ أى ١٥ كيلومتر وهو طول الموحه وشكل

(٥٢) يبين دليل الخريطة ١ : ٢٥٠٠٠ رقم  $\frac{٨٠}{٣٠٠}$

وشكل (٥٣) يبين الموحه  $\frac{٩٨}{٦٣٠}$  الطبوغرافية وكذلك المعاملات الخائيه

المحيطة بها فى الدليل .

٩٩	٩٩	٩٩	لوحة ٩٨ ٦٣٠	
٦١٥	٦٣٠	٦٤٥		
٩٨	٩٨	٩٨	الذليل	
٦١٥	٦٣٠	٦٤٥		
٩٧	٩٧	٩٧		
٦١٥	٦٣٠	٦٤٥		

شكل (٥٢) دليل الخريطة ٩٨  
٦٣٠

#### الخرائط الزراعية ١ : ٢٥٠٠ ( فلك الزمام )

وهذه الخرائط الزراعية وهي خرائط فلك الزمام تبين تفاصيل منطقة طولها ١٥ كم شرقا وغربا وعرضها ١ كم شمالا وجنوبا وبدا فإن لوحة ١ : ٢٥٠٠٠ تحتوي على ١٠٠ لوحة زراعية وتغطي كل لوحة رقم معين يكتب في الركن العلوي الأيمن منها ورقم اللوحة عبارة عن كسر بسطه وهو بعد حافة اللوحة الجنوبية على المحور الأفقي ومقامه هو بعد حافتها الغربية عن المحور الرأسى فنللا اللوحة ٨١٨ ٦٢٥٥٥ تدل على أن حافة اللوحة السفلى تبعد عن النذر بمقدار ٨١٨ كيلو متر

بينما تبعد حافتها اليسرى عن المولوم بمقدار ٦٣٥٥ كم ولتسهيل إيجاد اللوحه يكتب اللوح الأربع المحيط بها شكل (٥٤) .

$$\begin{array}{r}
 \frac{819}{62500} \\
 \\
 \frac{818}{624} \quad \left[ \frac{818}{62500} \right] \quad \frac{818}{617} \\
 \\
 \frac{817}{62500}
 \end{array}$$

شكل (٥٤) خريطة زراعية رقم  $\frac{818}{62500}$

خرائط تفريد المدن ١ : ١٠٠٠

في الواقع خرائط تفصيلية ونظامها كنظام ١ : ٢٥٠٠ تماماً غير أن طول اللوحة هو ٦٠٠ كيلو متر ، ارتفاعها ٤٠٠ كيلو متر . ورقم اللوحة عبارة عن كسر بسطه هو بعد حافة اللوحة الجنوبية عن المحور الأفقي ومقامه هو بعد حافة الغربية عن المحور فمثلا اللوحة رقم  $\frac{٧٨}{٤٨٦}$  الحدد السفلي لها يبعد عن الحد مسافة ٨٧ كيلو مترا بينما يبعد حافتها اليسرى عن المعلوم بمقدار ٤٨٦ كيلومترا . وتكتب اللوح الأربعة المحيطة بهذه اللوحة عليها وذلك لتسهيل إيجاد اللوح المجاورة .

خرائط تفريد المدن ١ : ٥٠٠

ونظامها كنظام التفريد ١ : ١٠٠٠ تماماً غير أن طولها هو ٢٠٠ كيلو متر وعرضها ٢٠٠ كيلومتر .

## أمثلة محلولة

مثال ١ :

$$\text{مامى الحرائط الأربعة المحيطة بالوحدة ١ : ٥٠٠ رقم} \quad \frac{٥٦٠٤}{٧٤}$$

الحل

$$\text{الخريطة العليا رقم} \quad \frac{٥٦٠٦}{٧٤} \quad \text{الخريطة السفلى رقم} \quad \frac{٥٦٠٧}{٧٤}$$

$$\text{الخريطة اليمنى رقم} \quad \frac{٥٥٠٤}{٧٣٧٧} \quad \text{الخريطة اليمنى رقم} \quad \frac{٤٦٠٤}{٧٤٣٣}$$

مثال ٢ :

$$\text{مامى أحاديثات منتصف اللوحة ١ : ١٠٠٠ رقم} \quad \frac{٢٨}{١٤٠٤}$$

الحل

$$\text{س} = ١٤٠٤ + ٠,٢ = ١٤٠٧ \text{ كم}$$

$$\text{ص} = ٢٨ + ٠,٢ = ٢٨,٢ \text{ كم}$$



مثال ٣ :

أوجد الخريطة المحيطة بالوحدة  $\frac{612}{22000}$  مقياس ١ : ٢٥٠٠

الحل

في شكل (٥٥) مبين أرقام انحراف المحيطة بالخريطة المذكورة .

$$\frac{612}{22000} \quad \frac{612}{22000} \quad \frac{612}{22000}$$

شكل (٥٥) خريطة زراعية  $\frac{611}{22000}$

مثال ٤ :

ما هو رقم الخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ الموجودة في الركن الأيمن العلوي

الخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠ رقم  $\frac{97}{640}$

الحل

إحداثيات الخريطة الزراعية .

رأسي  $970 = 9 + 979$  كم ، أفقي  $640 = 1300 + 640$  كم

رقم الوحدة المطلوبة ١ : ٢٥٠٠  $\frac{979}{60300}$

أحداثيات منتصف الطريق (١٣٠٧٥٠٠ متر، ٩٠٥٠٠٠ متر)

مثال ٥ :

عند شق طريق من نقطة إلى أخرى وجد أن ابتداء الطريق يقع في الركن الجنوبي الغربي للوحه ١ : ٥٧٠٠٠ برقم ٢٢ ونهاية الطريق في اللوحه ١ : ٢٥٠٠٠ ٢٢ عند ركنها الشمالي الشرقى . أوجد طول هذا الطريق .

الحل

أحداثيات أول الطريق س١ = ١١ كم ، ٢٢ كم

أحداثيات نهاية الطريق س٢ = ١٢٥٠ كم ، ١٨٠ كم

$$للمسافة \sqrt{(س١ - س٢)^2 + (ص١ - ص٢)^2}$$

$$\sqrt{(١١ - ١٢٥٠)^2 + (٢٢ - ١٨٠)^2} =$$

$$\sqrt{٢٢٠٢٥} = ١٤٨,٤٢ \text{ كم}$$

مثال ٦ :

مامر دليل الخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم ٢٢ وماهى المساحة التى يغطيها هذا الدليل ؟

الحل

الدليل مبين في شكل (٥٦)

مساحة الدليل =  $10 \times 10 \times 9 = 1350$  كم مربع

٦٥	٦٥	٦٥
١٦٠	١٧٥	١٩٠
٦٤	٦٤	٦٤
١٦٠	١٧٥	١٩٠
٦٣	٦٣	٦٣
١٦٠	١٧٥	١٩٠

الدليل

شكل (٦٥) دليل النواطة  $\left( \frac{٦٤}{١٧٥} \right)$

مثال ٧

مامى أرقام لحرائط الزراعية المحيطة باللوحه فلك الزمام رقم  $\frac{٢٤}{٣١٥}$

الحل

ارقام اللوح ١ : ٢٥٠٠ م

شمال  $\frac{٢٥}{٣٠}$  شرق  $\frac{٢٤}{٣١٥}$

جنوب  $\frac{٢٣}{٣٠}$  غرب  $\frac{٢٤}{٣٨٥}$

مثال ۸

خط ۱ ب - الرأس ۱ هي مركز الخريطة ۱ : رقم  $\frac{۸۴}{۷۶}$  ۲۰۰۰۰ والراس ۱

هي مركز الخريطة ۱ : رقم  $\frac{۷۸۰}{۸۲}$  ۲۰۰۰ - ماحور رقم الخريطة مقياس

۱ : ۰۰۰ التي تكون نقطة و منتصف المسافة ۱ هي مركزها ؟

الحل

أحداثيات ۱ هي س ۱ = ۸۲۰ كم، ص ۱ = ۸۴۰ كم

أحداثيات ۲ هي س ۲ = ۷۲۰ كم، ص ۲ = ۸۷۰ كم

$$\text{أحداثيات ۱ و ۲ هي س و ص} = \frac{۷۲۰ + ۸۲۰}{۲} = \frac{\text{ص} + \text{س}}{۲}$$

$$۷۸۱۲۰ =$$

$$۸۰۷۷۰ = \frac{۸۷۰ + ۸۴۰}{۲} = \frac{\text{ص} + \text{س}}{۲} = \text{ص و س}$$

$$\text{رقم الخريطة ۱ : ۰۰۰ التي و مركزها هي} = \frac{۰.۱۰ - ۸۰۷۷۰}{۰.۱۰ - ۷۸۱۲۰}$$

$$\therefore \text{رقم الخريطة} = \frac{۸۰۷۷۰}{۷۷۹۸۰}$$

مثال ٩٠

ماهي أرقام اللوح الثمانية المحيطة بالخريطة ٤ - ١ - ١ جنوب غرب ؟

الاجـ

١٣ - صفر - صفر ش. ق ١٦ - ١ - صفر ش. غ ١٥ - ١ - صفر ش. غ

١ - صفر - ١ - ح. ق ٤ - ١ - ١ - ح. ع ٢ - ١ - ١ - ح. غ

٥ - صفر - ١ - ح. ق ٨ - ١ - ١ - ح. غ ٧ - ١ - ١ - ح. ع

### تعاريف

- ١ — صمم مقياس شبكى في خريطة تخريد مدن كبيرة يقرأ ١ : المتر .
- ٢ — ارسم مقياس خريطة زراعية يقرأ متران وبين عليه القراءة ٦٨ متر
- ٣ — ارسم مقياس شبكى ١ : ٤٠٠ يقرأ ٠.٢ من القصة — أستعمل هذا المقياس لرسم قطعة أرض رباعية الشكل  $ا ب = ١٢.٧٨$  قصة ،  $ب ح = ٨.٢٢$  قصة  $ح د = ١٢.٢٦$  قصة ،  $د ا = ١١.٢٢$  قصة ،  $و ب = ١٤.٢٢$  قصة أستنتج طول القطر  $ا ح$  .
- ٤ — ارسم مقياس تخطيطى ١ : ١٠٠٠ يقرأ ١٥ ذراع وبين عليه القراءة ١٣.٥ ذراع .
- ٥ — صمم مقياس شبكى ١ : ٩٠٠ يقرأ إلى  $\frac{1}{4}$  قصة
- ٦ — المساحة الحقيقية لقطعة أرض هي ٨٢٦٥٧ فدان — فإذا كانت قطعة الأرض مرسومة في خريطة ١ : ٢٠٠٠ وكانت قيمتها بعد الانكماش في الخريطة ٩٠ سم — فإن معامل الانكماش لهذه الخريطة .
- الجواب (معامل الانكماش = ٠.٠٠٥)
- ٧ — قيس خط على خريطة بمقياس ١ : ٢٥٠٠ فكان طوله = ٤٠ سم صار بعد الانكماش ٢٩.٦ سم — فإذا عرفت مساحة قطعة أرض عليها بعد الانكماش فكانت ٨٩.٢ سم<sup>٢</sup> — ما هي المساحة الفعلية بالفدان وكسوره ؟
- ٨ — لوحة مرسومة بمقياس ١ : ٥٠٠ أنكمشت بحيث أن خطا طوله

٥٠٠ سم أصبح ٥٠ سم - وكانت مساحة قطعة أرض على هذه الخريطة

٢٤٨ سم ماضى المساحة الصحيحة لقطعة الأرض بالامتار المربعة ؟

الجواب ( المساحة = ٢٣١٢٢.٥٢ متر مربع )

٩- ماضى أرقام الروح المحيطة بالوحة ١٢ - ٦ - ١ جنوب غرب ؟

١٠ - ما هو دليل الخريطة الطبوغرافية رقم  $\frac{٦٧}{١٧٥}$  والمساحة التي يحويها

١١ - بين الخرائط المحيطة بخريطة  $\frac{١٦}{٢٧٥}$  من خرائط تلك الزمام - ماذا

تكون الأرقام لهذه الخرائط لو كان هذا الرقم لخريطة تفريد مبدن ؟

١٢ - ما رقم الخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ الواقعة في الطرف الشمال

الشرقى للخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم  $\frac{٨٤}{٢٧٥}$

١٣ - في خريطة زراعية رقم  $\frac{١١٢}{٢٧٥}$  عينت نقطة ١ داخلها تبعد عن الحافة

العليا ٤٠٠ متراً - والحافة اليمن بمقدار ٢٠٠ متر - النقطة ح - تعدد أول

طريق وتبعد عن الحافة اليسرى للخريطة مسافة ٥٠٠ متر والإتسراف القارى

للخط ١ ح هو ٢١٠° - بين طول الطريق ١ ح واحد ييات نقطة ح .

١٤ - ماضى أرقام الخرائط الأربعة المحيطة بالخرائط الآتية :

(١) الخريطة ٢ - ١ ح ٠ ق (ب) ١ - صفر - ١ ح ٠ ق

ج ( الخريطة ١٢ - من خرائط فلك الزمام وتفريد المنن .

د ( الخريطة ١٣ - ١ - سفر شمال شرق .

هـ ( الخريطة ٥١٧  $\frac{٥١٧}{٤١٦}$  و ( الخريطة ١ : ٢٥٠٠٠  $\frac{٩٧}{٨٥٠}$  )

١٥ - كانت رؤوس قطعة أرض ا ب ج د موجودة في الخرائط الآتية :

١ - هي مركز الريح الشمال الشرقي الخريطة ١ : ٢٥٠٠٠ رقم  $\frac{٩}{٧٢}$

ب - هي مركز الخريطة ١ : ١٠٠٠ رقم  $\frac{٧٨}{٧٤}$

ج - هي مركز الريح الشمال الغربي الخريطة ١ : ١٠٠٠٠٠ رقم  $\frac{٦}{١٠}$

د - هي الركن الجنوبي الشرقي الخريطة ١ : ٥٠٠ رقم  $\frac{٨٥}{٨٧}$

من إحداثيات هذه القطعة . ثم بين مساحتها إلى أقرب فدان .

١٦ - طريق يبدأ من الركن الجنوبي الغربي للوحة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠

رقم  $\frac{٨٤}{١٢٠٠}$  وينتهي في الوحة الطبوغرافية رقم  $\frac{٩٦}{١٥٠٠}$  حدد ركنها الشمال

الشرقي . بين طول وإحداثيات منتصف هذا الطريق .

الجبواب (س = ١٣٥٧٢٥ كم ، ص = ٩٠٥ كم



١٧ - طريق مستقيم ا ب النقطة م واقعة في الوحة ١ : ١٠٠٠٠٠٠ رقم

$\frac{٢٨}{٦٤}$  بحيث تبعد عن الحافة العليا للوحة بمقدار ١٠ سم وعن الحافة اليسرى لها

بمقدار ١٥ سم والنقطة ب في الركن القبلى الغربى للوحة ١ : ٢٥٠٠ رقم

$\frac{٣١٢}{٦٠٦}$  - عين رقم الوحة مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ التى تقع فيها نقطة منتصف

الخط ا ب وتكون في مركز الربع الجنوبي الشرقى لها.



# البيات الرابع المساحة باللوح المستوي والبلانشة

يطلق اسم اللوحة المستوية أو البلاشة على عدة أدوات مساحية تستخدم في مجموعها في عمليات رفع الخرائط التفصيلية والطبوغرافية رفعا سريعا سهلا ولكنه ليس دقيقا وتعرف طريقة الرفع هذه باسم «المساحة باللوحة المستوية» وأحيانا يطلق عليها «الرفع بالبلاشة» (Plane sheet)

## استعمالات اللوحة المستوية

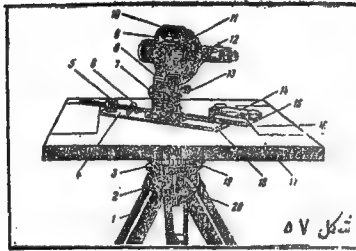
يمكن بالوحة المستوية رفع الحدود والتفاصيل والمضلعات مباشرة من الطبيعة ومن ثم إنشاء الخرائط التفصيلية من واقع عمل القبط ، وبدون أية حسابات . وكذلك عمل الخرائط الكنتورية .

الأدوات المستعملة في اللوحة المستوية : ( شكل ٥٧ )

### ١ - اللوحة الخشبية

وهي عبارة عن لوحة مصنوعة من الخشب الجيد المتين مستوية السطح ، وهي إما مربعة أو مستطيلة الشكل ( ١٧ ) بأبعادها بين ٥٠ × ٤٠ . تتميز بـ ٦٠ × ٨٠ سنتيمتر . ويتصل سطحها السفلي بقاعدة معدنية ( ١٩ ) بها ثلاث مسامير للتسوية ( ٢ ) والغرض من القاعدة تثبيت اللوحة في الحامل ( ٣ )

وهي عبارة عن لوحين معدنيين مثليين وبينهما مسامير التسوية الثلاث لحمل  
اللوحة أفقية . ويتصل مسامير حلزوني (١) بالمساعدة المعدنية لتثبيتها في حامل  
ذو ثلاث شعب (٢٠) .



## ٢ - العناصر

وهو حامل خشبي ذو ثلاث شعب (٢٠ - شكل ٥٧) كل شعبة منها تنتهي  
بطرف مدبب ليسهل غرسها في الأرض ويربط رأس الحامل في القاعدة الموجودة  
أصفل اللوحة الخشبية حتى لا يحدث حركة دوران للوحة أثناء العمل .

## ٣ - الأليداد :

أليداد البلاستيكية من أهم الأدوات المستعملة في طريقة عمل المساحة باللوحة  
المستوية وأنواعه كثيرة والعمل الرئيسي للأليداد هو تعيين الإتجاهات الأساسية  
المواصلة بين النقط المرصودة وبين موضع المساحة باللوحة المستوية مباشرة ؛ وكذلك

تحديد المسافات بين النقط المرصودة ، ووضع اللوحة وراجع القياس التاكيد ترى  
بهذا المؤلف .

#### انواع الاليداد :

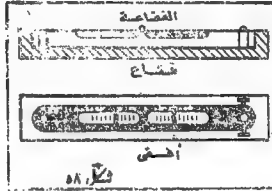
(١) أبسط أنواع الاليداد عبارة عن مسطرة حرفها مستقيان وأحدهما  
مسطرف ويتمثل بمسطرة واحدة مفصليا عن عند طرفيها ذراعان  
بأحدهما شرح رأسى وبالأخر شباك يتوسطه شعرة رأسية - ويتمثل الذراعان  
في الترجية الأساسى حيث يمكن تمثيل ورسم الخط الواحد بين موضع اللوحة  
وبين الهدف . ويتمثل هذا النوع البسيط - ويطلق عليه مسطرة التوجيه في  
المسافات القريبة .

(ب) غالبا ما تكون المسافات بين الأهداف وموضع اللوحة كبيرة فحيندا  
وحيث يفضل استعمال الاليداد الحديث أو ذو المنظار - وهو عبارة عن مسطرة  
من الصلب أو النحاس (٤ - شكل ٥٧) مركب عليها قائم عمودى (٨) وفي  
إعلاء منظار مصاحى (١٢) يدور حول محور أفقى في المستوى الرأسى - والمنظار  
مركب بحيث إذا كانت مسطرة الاليداد أفقية تماما فان خط النظر يرسم مستوى  
رأسى يقطع اللوحة عند حافة هذه المسطرة (٦) ويوجد أحيانا على قاعدة القائم  
الرأسى للاليداد ميزان لتسوية دائرى (٥) .

#### ٤ - ميزان التسوية:

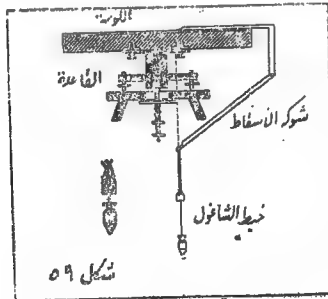
وهو أما مستطيل في أغلب أحواله أو مستدير الشكل . وميزان التسوية الطولى  
يتركب من أبوية زجاجية بها كحول سائل وقفاده من بخار الاثير وتوضع عادة  
داخل صندوق من النحاس قاعدته مسطحة تماما شكل (٥٨) فإذا وضع الميزان

على سطح أفقي ثبتت الفقاعة في منتصف الأنبوبة - وإذا وضع ميزان التسمية  
على سطح مائل انجبت الفقاعة نحو الطرف الأعلى من الأنبوبة [٥٨]



• - شوكة الاسقاط :

عبارة عن إطار معدني رفع له ثلاثة أضلاع متصلة ، أثنان منها متعامدان  
ويميل الثالث بزاوية أكبر من القائمة قليلا شكل (٥٩) - وينتهي أحد الأضلاع  
بسنن رفيع يبين موقع النقطة المطلوب رفعها من الطبيعة إلى لوحة الرسم أو



النقطة المطلوب إسقاطها من اللوحة إلى الأرض وينتهي العارف الآخر بانحناء دائري لتعليق خيط التماسات منه - يجب أن يكون من الثقل مع سن الشوكة المدبب في خط رأسى واحد - ويدل أسفل شوكة الأسقاط خيط وتقل شاعول لإتمام عملية التماسات كما في شكل (٥٩) .

#### ٦ - بوصلة التوجيه .

تركب بوصلة التوجيه من صندوق مستطيل الشكل ( ١٤ - شكل ٥٧ ) سطحه العلوى من الإجاج وبواسطة محور رأسى مدبب تتركز عليه إبرة مغناطيسية وتحت طرفى الإبرة قوسان مدرجان صفر التدرج في كليهما في المنتصف - بحيث أن الخط الواصل بين صفرى التدرج يمر بمركز دوران الإبرة ويوازي طول الصندوق - وتوجد أحياناً أسفل الإبرة رافعة تستعمل لوقف حركة الإبرة .

والغرض الأساسى من البوصلة هو تحديد اتجاه الشمال المغناطيسى على اللوحة المرسومة - وعند استعمال البوصلة لتحديد الشمال تحركها فوق اللوحة حتى تحصل على الوضع الذى يقف فيه سن الإبرة عند صفر المقياس - فيكون اتجاه جانب حلبة البوصلة هو اتجاه الشمال المغناطيسى .

#### شروط القبط للادوات المستعملة فى اللوحة المستوية

تقسم هذه الشروط إلى نوعين:

- أولاً - شروط القبط الدائم ، وهى الشروط الواجب توافرها فى اللوحة المستوية ، ومن الواجب لأختبار صحتها على فترات من الوقت .
- ثانياً - شروط القبط المؤقت . وهى الشروط يجب توافرها عند استعمال اللوحة المستوية - وتتم فى كل مرة استعمال فيها للمرصد

## بولا - شروط الضبط الدائم

الخطوات اللازمة لتحقيق شروط الضبط الدائم في الوحة المستوية هي :

### ١ - استقامة حافة مسطرة الأليداد .

نرسم بواسطة حافة الأليداد خطاً مستقيماً ثم نكس وضع الأليداد ١٨٠° .  
ونطبق حافة الأليداد على نهايتي الخط المرسوم — فإذا انطبقت حافة الأليداد  
جميعها على الخط دل ذلك على استقامة حافة المسطرة وإلا فتصلح الحافة —  
وتعاد التجربة .

### ٢ - ضبط حامل الشعرات في منظار الأليداد .

ويرت ذلك على خطوتين :

الأولى وهي جعل الشعرة الرأسية لحامل شعرات الأليداد في وضع  
رأسي تماماً .

والثانية وهي جعل خط النظر عمودياً على المحور الأفقي للمرآة المنظار .

### ١ - جعل الشعرة الرأسية في وضع رأسي :

بعد إجراء ضبط الأفقية في الوحة المستوية يوضع فوقها الأليداد ويوجه  
المنظار نحو نقطة ثابتة بحيث يجعل هذه النقطة عند الطرف الأعلى للشعرة الرأسية  
ويأستعمل مسار الحركة البطيئة الرأسية (١٢ — شكل ٥٧) بحرك منظار  
الأليداد في المستوى الرأس — فإذا ظهرت النقطة المرصودة تصير باستمرار  
على الشعرة الرأسية كان حامل الشعرات مضبوطاً — أما إذا بعدت النقطة عن  
الشعرة الرأسية كان حامل الشعرات في وضع غير صحيح — ولذا تفك المسامير  
المانعة لحامل الشعرات ويدار إلى الجهة التي تظهر فيها النقطة المرصودة — ويكرر  
العمل حتى تضبط الشعرة الرأسية تماماً .



### ب - جعل خط النظر مموهاً على النحو الأفقى لدوران منظار الإليداد .

يعرف خط النظر بأنه الخط الواصل بين نقطة تقاطع الشعرتين الأفقية والرأسية ومركز العدسة الخشبية في المنظار - والمطلوب هو تحقيق تمام هذا الخط مع المحور الأفقى لدوران المنظار ، لذلك يعلق خيط شاذول في حائط ( يفغر الشاذول في إزاء مـاء ثباته ) ، تضبط اللوحة المنسوبة أفقية وعلى بعد مناسب من خيط الشاذول يوضع الإليداد فوق اللوحة ويوجه منظاره إلى أصل الخيط وبواسطة مسار الحركة البعلية وتحرك المنظار من أجل إلى أسفل فإذا تحركت نقطة تقاطع الشعرات على الخيط حتى تصل إلى أفق الجهاز كان هذا الشرط صحيحاً . أما إذا ابتعدت نقطة تقاطع الشعرات عن الخيط فذلك يدل على أن المستوى الرأسى الذى يتحرك فيه خط النظر لا يكون متعامداً مع المحور الأفقى لدوران المنظار .

وللتصحيح تحرك الشعرة الرأسية موازية لنفسها بإصبع المصباحين الأفقيين المتبئين لحامل الشعرات مع ملاحظة عدم إدارة هذا الحامل بحيث تقترب نقطة تقاطع الشعرتين من الخيط حتى تصل إلى منتصف المسافة بينهما - ونسكّر العمل للتأكيد .

### ٣ - ضبط حافة المسطرة مع المستوى الرأسى لدوران خط النظر

بعد إتمام أفقية اللوحة المستوية بوضع شاخص على بعد مناسب منها ، ثم يرصد هذا الشاخص بواسطة منظار الإليداد بضبط تقاطع الشعرتين عليه ، وبدون تحريك الإليداد يرصد الشاخص مرة أخرى على امتداد حافة المسطرة فإذا ظهر الشاخص على امتداد حافة المسطرة كان الجهاز صحيحاً - وإلا فيجب تصحيحه بالطريق المتأصل حسب تصميم الجهاز .

## ١١ - شروط القسب للوحات المستوية

وهو ما يجب لإجرائه عند استعمال اللوحة المستوية ورفع ويشمل :

١ - أفقية اللوحة المستوية . ٢ - التماس

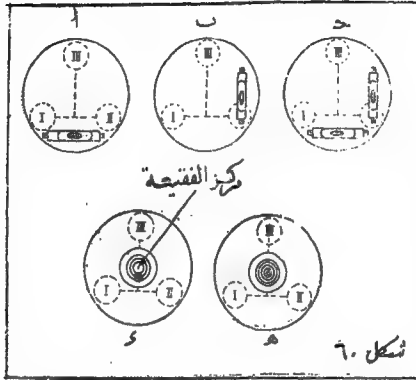
### ١ - أفقية اللوحة المستوية .

تثبت أرجل الحامل جيداً مع جعل اللوحة المستوية أفقية تقريبية - ويوضع ميزان التسوية موازاً للمسارين من مسامير القاعدة شكل (٦٠) وتدير المسارين ( I ) - ( II ) معاً إلى الداخل وإلى الخارج حتى يصير الفقيعة في المنتصف ( ١ ) .

وتدير بعد ذلك ميزان التسوية حتى يأخذ الوضع الثاني متعامداً على الوضع الأول (ب) وتحرك مسبار التسوية الثالث ( III ) حتى يصير الفقيعة في المنتصف وتكرر العملية مرة أخرى للتأكد بحيث تحصل دائماً على الفقيعة مضبوطة في المنتصف تماماً في أي اتجاهين متعامدين (ج) أما إذا كان ميزان التسوية من النوع الدائري فنجعل الفقيعة أولاً في منتصف المسافة بين المسارين ( I ) ، ( II ) شكل ( ٦٠ - د ) وبعد ذلك نحرك المسبار الثالث ( III ) حتى يصير الفقيعة مركز الدائري تماماً ( هـ ) وذلك بدون تحريك ميزان التسوية الدائري .

٢ - التماس .

معنى التماس أن تكون النقطة المعينة على اللوحة مسامتة تماماً للنقطة النظرية الموجودة في الطبيعة - وبإستعمال شوكة الإحقاط شكل ( ٥٩ ) تم



عملية التماسك فنحرك شوكة الإسقاط حتى يجعل سن الثقل يحدد موقع النقطة المثبتة بورد مثلاً - فيحدد سن الشوكة المدبب فوق اللوحة موقع هذه النقطة على الخريطة - ونضغط بسن الفلم أو دبوس مسكان طرف الشوكة فتتبعين على الخريطة النقطة المقابلة لمركز الورد في الطبيعة .

#### ج - التوجيه الأساسي

وهو عبارة عن توجيه اللوحة المستوية بحيث تكون الخطوط في الطبيعة موازية لنظائرها في اللوحة الورق - وسيشرح التوجيه الأساسي بالتفصيل عند تناول طرق الرفع المختلفة .

### طرق الرفع باللوحة المستوية

هناك أربع طرق ، تتملة للرفع باستخدام اللوحة المستوية - وقد تختلف هذه الطرق من حيث إختياها على :

١ - طبيعية وطبوغرافية الأرض المراد رفعها .

ب - ظروف العمل وإمكان إستخدام أي من هذه الطرق إذ أن لكل طريقة شروطها معينة ومقياس الرسم المطلوب ونوع الخريطة .

وهذه الطرق هي :

- ١ - طريقة الإشعاع (النبات)
- ٢ - طريقة التقاطع العكسي
- ٣ - طريقة التقاطع الأمامي
- ٤ - طريقة الدوران (الترافرس)

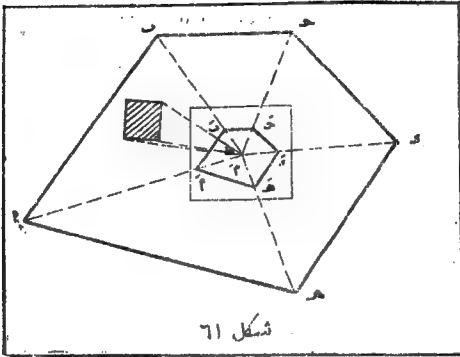
#### ١ - طريقة الإشعاع - (النبات)

ويشترط فيها إمكان رؤية جميع نقاط المضلع من نقطة واحدة - وكذلك إمكان قياس الأطوال بين نقط المضلع وهذه النقطة بدون وجود عقبات .

فإذا كان لدينا المضلع ١ ب ح د هـ شكل (٦١) وأله في إسمكاته رؤية نقط المثلج جميعها من نقطة مثل م والأرض مستوية تقريبا دون عقبات - فلرفع المضلع المذكور تتبع الخطوات التالية :

١ - نضع اللوحة المستوية فوق النقطة م - ونضبط أفقيا وبواسطة شوكة الاسقاط نعين م في اللوحة مناظرة تماما للنقطة م . أي تضبط اللوحة مضبطا مؤقتا عند النقطة م .

٢ - نربط اللوحة ومن م نرسم أشعة إلى نقط المضلع ١ ، ب ، ح ، د ، هـ



بعد التوجيه عليها توجيها أساسيا ثم تقاس الأطوال الأفقية للخطوط م، ا، ب، م، هـ، م، و، هـ في الطبيعة بالشرط ( وقد تقاس بالقياس التاكيد مرمى )  
 ٣ - بقياس الرسم المناسب توقع أطوالها على اللوحة فتتمين بذلك النقاط  
 ا، ب، م، و، هـ، م، هـ.

٤ - نصل هذه النقاط ببعضها البعض على التوالي لينتج المخطط.  
 وتماز هذه الطريقة بأن الواحد لا يحتاج إلى نقل اللوحة المستوية من مكان  
 لآخر، وأن كان يسببها عدم التحقيق وبالتالي عدم الدقة .

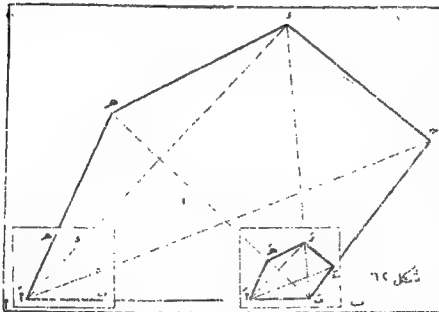
٢ - طريقة التقاطع الأمامي

يلتقط في هذه الطريقة إسكان رؤية جميع نقط المصـلح من نقطتين سواء

كانت عاتين القنن من نقط المضلع أو خلافها - ويعرف الخط الواصل بين  
النقطتين في هذه الطريقة بخط القاعدة .

فإذا كان لدينا المضلع المقفل ا ب ح د هـ ا شكل (٦٢) وأنه أمكننا رؤية  
نقط المضلع جميعها من كل النقطتين ا ب فإننا تلج الآتي لاتمام عملية الرفع :  
(١) نضع اللوحة فوق د ونعين ا' في الورقة بحيث تأخذ اللوحة وضعا مناسباً  
لايتمكّن بالطيبة وتربط اللوحة الخلفية ، من ا' نرسم الأشعة بواسطة الأليدود  
إلى النقط ب ، ح ، د ، هـ في الطيبة .

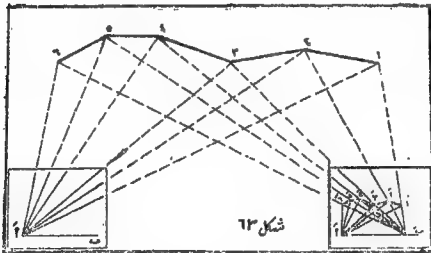
(٢) يقاس خط القاعدة ا ب بدقة تامة ثم يواقع طول للقاعدة ا ب حـ  
اللوحة الورق فتعين النقطة ب' المناظرة للنقطة ب في الطيبة شكل (٦٢) .



٢) تنقل اللوحة المستوية إلى النقطة ب ( الطرف الآخر من خط القاعدة ) بحيث تتم الاشتراطات المؤقتة للقياس وهي أفقية اللوحة - مسامتة للنقطة ب - المعينة على اللوحة تماماً للنقطة - الموجودة في الطبيعة - التوجيه الأساسي للوحة بحيث يكون الضماع أ - ب - الواقع على اللوحة في مستوى رأسى واحد. مع ب ( القاعدة ) الموجودة في الطبيعة وفي هذه الحالة تكون اللوحة موجهة توجيهها أساسيا .

٤ - رَبطَ اللوحة وترسم من ب الأشعة الأولى المرسومة من أ وتعيين مواضع ح ، و ، هـ على اللوحة .

٥ - نوصل النقط أ ، ب ، ح ، و ، هـ ؛ هـ به ضبا فنتيج المضلع المطلوب ومن الممكن الاستفادة من طريق التقاطع الأمامى في تعيين الحدود ورفعها من الطبيعة مباشرة دون الحاجة إلى إقامة المضلعات التي تحصر المناطق المسراد رفعها ، وفي شكل (٦٣) يوضح عملية رفع الحد التكرس ١ - ١ باستخدام هذه الطريقة وفي هذه الحالة لدينا ب هو خط القاعدة وهو الخط الوحيد الذي يجب قياسه وتحديد طوله بدقة تامه .



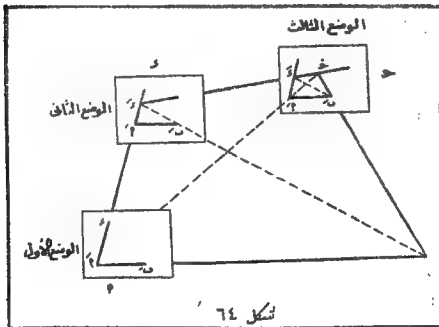
### ٣- طريقة العكسي التقاطع

تفهي هذه الطريقة - الطريقة السابقة ( طريقة التقاطع الأمامي ) - غير أن الفرق بينهما هو أنه في طريقة التقاطع العكسي يتم تقاطع الشعاعين في النقطة الموضوعة فيها المستوية .

وأمميزات هذه الطريقة هو الإستغناء عن قياس أغلب خطوط المثلث ويمكن كذلك تحقيق العمل بها في الغيط مباشرة .

فإذا كان المثلث  $ABC$  هو الشكل المراد رفعه بهذه الطريقة شكل (٦٤) فليتبّع الآتي لإتمام عملية الرفع :

١ - نضع اللوحة المستوية في النقطة  $A$  تماماً وبمد ضبط الأفقية ولإتمام التسامح تمين  $A'$  في اللوحة الورقية ونربط بمد ذلك اللوحة ونرسم من  $A'$





شعاعان إلى  $\alpha$  و  $\beta$  ثم يقاس  $\beta$  في الطبيعة ويوقع طوله على الشعاع المناظر له على اللوحة فتسمين  $\beta'$ .

٢ - تنقل اللوحة المستوية وتثبت فوق  $\alpha$  مراعين أفقية اللوحة وتسامت أى نقطة من نقطة الشعاع  $\alpha'$  و النقطة  $\alpha$  في الطبيعة بحيث يكون بعد هذه النقطة عن  $\alpha'$  باللوحة الورق مساويا بقياس الرسم المستعمل الطول  $\alpha$  و في الطبيعة تقريبا . ويشترط أن يكون الشعاع  $\alpha'$  باللوحة الورق منطبقا على نظيره  $\alpha$  في الطبيعة كما في شكل (٦٤) .

٣ - تربط اللوحة وتثبت دبوسا في نقطة  $\beta'$  وننظر بالأيداد مع ملامسة مسطرنه للدبوس تماما ودائما إلى النقطة  $\beta$  في الطبيعة وترسم  $\beta\beta'$  حتى يقابل الشعاع  $\alpha'$  في  $\beta'$  ولكن هي النقطة المناظرة للنقطة  $\alpha$  في الطبيعة .

٤ - تثبت دبوس  $\alpha'$  بنفس الطريقة نرسم المستقيم  $\alpha\alpha'$  - وننقله اللوحة المستوية وتثبت فوق  $\alpha$  مراعين الشروط المؤقتة للوحة المستوية وبن  $\beta'$  نرصد  $\beta$  في الطبيعة ونرسم امتداد  $\beta\beta'$  ليقابل الشعاع  $\alpha'$  في نقطة  $\alpha'$  لتكون مناظرة في اللوحة الورق للنقطة  $\alpha$ .

ويمكن التحقق من صحة العمل بتثبيت دبوسا في  $\alpha'$  واللوحة المستوية في وضعها الأخير فوق  $\alpha$  ونرصد نقطة  $\alpha$  في الطبيعة فإذا سر امتداد  $\alpha\alpha'$  بالنقطة  $\alpha'$  كان العمل صحيحا وإلا فيعاد العمل ثانية .

#### ٥ - طريقة الدوران (الترافرس)

تعتبر طريقة الدوران (الترافرس) أحسن طرق الرفع الضلعات باللوحة المستوية وتستخدم في رفع الخرائط التفصيلية ذات المقاييس الكبيرة .

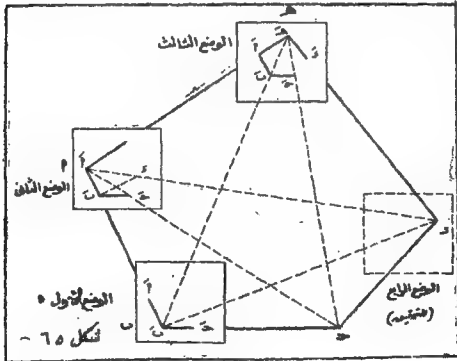
ويشترط في هذه الطريقة لإمكان رؤية كل نقطة من النقاط التي تلحقها والآخرى التي تسبقها — كما يشترط للحصول على الدقة المطلوبة قياس أطوال جميع خطوط المضلع بدقة تامة والعناية بعملية التوجيه الأساس .

ويمكن تلخيص خطوات العمل بهذه الطريقة فيما يأتي :

١ — قياس أطوال المضلع بدقة كافية .

٢ — وضع اللوحة المستوية فوق أى نقطة من نقط المضلع مثل ب ونعين ب' على اللوحة الورق مراعين شروط الضبط الموثقت وتربط السالوحة جيداً  
شكل (٦٥) .

٣ — نضع حرف الأليناد على ب' ورصد في الطبيعة ونوقع ب' ١ على



اللوحة الورق بقياس الرسم المستعمل فتحدد  $ا$  ، وتعين نقطة  $هـ$  بنفس الطريقة . ثم ترسم أشعة لآى نقطة أخرى مثل  $هـ$  ، و لإستعمالها فى تحقيق العمل .

٤ - ننقل اللوحة المستوية إلى النقطة التالية من نقط المذلل  $ا$  وترفع النقطة  $ا$  ونجرى عملية التوجيه الأساسى ليكون  $ا ب$  فى الخريطة موازيا نظيره فى الطبيعة وكذلك  $ا و$  على اللوحة الورق موازيا نظيره فى الطبيعة وبعد ذلك ترسم شعاعا إلى  $هـ$  وتوقع  $هـ$  بقياس الطول  $ا هـ$  .

٥ - للتحقق ترسم شعاعا إلى  $و$  وآخر إلى  $هـ$  ، ويجب أن يمر الشعاع إلى  $هـ$  بنقطة  $هـ$  السابق توقيهما من  $ب$  أما تقاطع الشعاعين من  $ا$  ،  $ب$  إلى  $و$  فيعين مكان  $و$  .

ونلاحظ أن أهم عيوب هذه الطريقة أنها أكثر جهدا من الطرق الثلاثة الأخرى حيث أننا نكرر فى كل مرة وفى كل نقطة عملية التوجيه الأساسى والذات الأفقية .

#### مزايا الرفع باللوحة المستوية

١ - فى اللوحة المستوية نحصل على جميع المعلومات اللازمة والتفاصيل لرفع ورسم الخرائط للمنطقة المرفوعة من القبط مباشرة دون اللجوء إلى حسابات .

٢ - يمكن إنجاز عمليات التحقيق مباشرة بمقارنة القياسات المأخوذة فى الطبيعة بما يقابلها على الخريطة كما يستغنى فيها عن قياس الزوايا .

٣ - تعتبر هذه الطريقة من أسرع طرق الرفع فى الإستعمالات المختلفة فمثلا

الخرائط ذات المقاييس الكبيرة ( ١ : ١٠٠٠ : ١٠٠٠٠ ) تستعمل طريقة الترافرس فتحصل على الخريطة بدقة كافية . والخرائط ذات المقاييس الصغيرة نسبيا ( ١ : ١٠٠٠ : ١٠٠٠٠ ) تستعمل طريقة التقاطع الأمامي لسمواتها وسمعتها .

#### عيوب الرفع باللوحة المستوية

- ١ - لا تستعمل في مناطق الغابات والأراضي ذات الطوبوغرافية الشديدة .
- ٢ - لا يمكن الرفع باللوحة المستوية في الأجواء الممطرة والرطوبة لذلك يقل استخدام اللوحة المستوية في معظم بلدان أوروبا .
- ٣ - نقل الأدوات المستعملة وعبئها الآلية الكثيرة تحد من استعمال الرفع باللوحة المستوية في الأعمال المساحية التي تتطلب دقة عالية .

#### مصادر الأخطاء في الرفع باللوحة المستوية

- ١ - إنكماش اللوحة الورق وما ينتج عنه من أخطاء في القياسات من اللوح مباشرة ( راجع إنكماش الخرائط في باب الخرائط المساحية ) .
- ٢ - عيوب الدقة في قياس وتوقيع الأبعاد على الخريطة .

## الباب الخامس حساب المساحات وتقسيم الأرض

### حساب المساحات

يعتبر حساب المسطحات وتقدير المساحات من الأعمال الهامة في شتى المجالات الهندسية ، حيث يحتاج في كثير من المشاريع الهندسية وغيرها إلى إيجاد المسطحات سواء من الخرائط أو من الطبيعة وتقديرها مع مراعاة أن المساحات التي تتعامل بها هي المسقط الأفقي وليست المساحات الحقيقية لأننا نعين دائماً المسافات الأفقية وليست المائلة ، وتتوقف هراول دقة نتائج المساحات ومطابقتها للطبيعة على دقة القياس في الطبيعة ، سواء أكانت هذه القياسات زوايا أو أطوال ، وكذلك دقة توقيع الرسم والطريقة المتبعة في حساب المسطح .

#### مصادر تقدير المساحات

يوجد مصدران أساسيان لتقدير المساحات وهما :

أ - من الخرائط : وهي الأكثر استعمالاً لأنها أسهل وبالرغم من أنه قد تكون بها أخطاء رسم .

ب - من الطبيعة : وهي من أدق الطرق لعدم وجود أي أخطاء بها وعلى الرغم من ذلك فإنها لا تستخدم إذا يجب أن نرجع إلى المنطقة في الطبيعة لأخذ بيانات عن أطوال أو أشكال تحتاج لإيها لتعيين المسطحات .

### طرق إيجاد المساحات

يمكن تقسيم الطرق العامة المستخدمة لإيجاد المساحات عموماً إلى :  
**أولاً - الطرق الحسابية :** وهي أدق الطرق وفيها يمكن تقسيم الأرض إلى أشكال منتظمة مثل المثلثات أو المستطيلات أو الأشكال الرباعية وهكذا يمكن تطبيق قوانين الأشكال المنتظمة عليها .

**ثانياً - الطريقة النصف حسابية :** وهي تستخدم في المساحات الضيقة وفيها تقسم الرسم إلى شرائح وتستخدم قوانين خاصة كما سيأتي بعدد **ثالثاً - الطرق الليكائية :** وهي تعتمد على استخدام أجهزة معينة لتعيين المساحات المختلفة مثل البلاييمتر ومسطرة التفتدين وتستخدم عموماً في الأراضي الكثيرة التعاريج

### أولاً - الطرق الحسابية

وفيها تقسم الأرض إلى مجموعة من الأشكال الهندسية المنتظمة ثم تحسب مساحات هذه الأجزاء ويجمعها لتحصل على المساحة الكلية .

مساحة الأشكال المنتظمة

١ - المثلث : شكل (٦٦) .

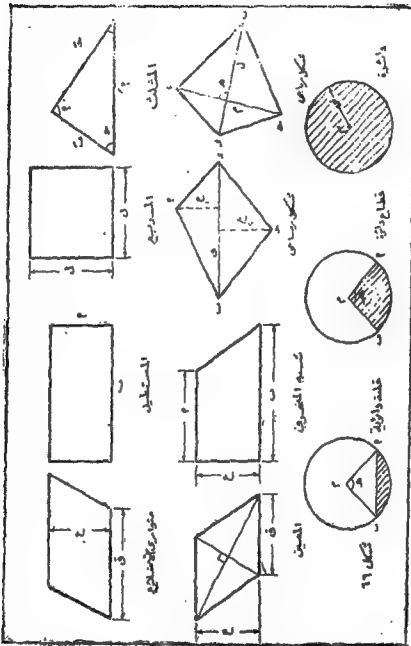
إذا كان المثلث معلوم فيه ضلعان والزاوية بينهما فلن :

المساحة = نصف حاصل ضرب الضلعين  $\times$  جيب الزاوية المحصورة بينهما

$$م = \frac{1}{2} \times \text{ج} \times \text{ح} = \frac{1}{2} \times \text{ج} \times \text{ب} \times \sin \alpha$$

... (١٧)

إذا كان المثلث معلوم أضلاعه الثلاثة فلن :



$$1 = \sqrt{a^2 - b^2} \quad (1)$$

$$جيب \theta = \frac{a}{c} \quad \text{حيث } c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{نصف المحيط.}$$

الأشكال الرباعية

(١٩) ...

$$\boxed{\text{المربع} = \text{ل}^2}$$

(٢٠) ...

$$\boxed{\text{المستطيل} = \text{ا} \times \text{ب}}$$

(٢١) ...

$$\boxed{\begin{array}{l} \text{متوازي الاضلاع} = \text{ق} \times \text{ع} \\ \text{القاعدة} \times \text{الارتفاع} = \end{array}}$$

(٢٢) ...

$$\boxed{\begin{array}{l} \text{المعين} = \frac{1}{2} \text{ حاصل ضرب القطرين} \\ \text{ق} \times \text{ع} = \end{array}}$$

(٢٣) ...

$$\boxed{\begin{array}{l} \text{شبه المنحرف} = \text{القاعدة للتوسطة} \times \text{الارتفاع} \\ \text{ع} \times \frac{\text{ا} + \text{ب}}{2} = \end{array}}$$

(٢٤) ...

$$\boxed{\text{شكل رباعي} = \text{ق} \left( \frac{\text{ا} + \text{ع} + \text{ب} + \text{د}}{2} \right)}$$

$\frac{1}{2}$  حاصل ضرب القطرين  $\times$  جيب الزاوية بينهما .

(٢٥) ...

$$\boxed{\frac{1}{2} \text{ ل} \text{ م} \text{ ج} \text{ د}}$$



٣ - مساحة الاشكال التالية . شكل (٦٦)

(٢٦)...

$$\text{الدائرة} = ط \text{ نق}^2 = ط \frac{\text{نق}^2}{4}$$

(٢٧) ...

$$\text{القطاع الدائري} ا م ب = \frac{1}{4} \text{ هـ} \text{ نق}^2$$

(٢٨)...

$$\text{القطعة الدائرية} ا ب = \frac{1}{4} \text{ نق}^2 (\text{هـ} - \text{حاه})$$

مساحة لاشكال التالية الممثلة بالاضلاع

(٢٩) ...

$$\text{شكل منتظم عند اضلاعه} ن = \frac{1}{4} \text{ ع} ن$$

حيث ١ = طول ضلع الشكل

$$١ = ٢ \text{ ع} ظا \theta \text{ شكل (٦٧)}$$

(٢٠)...

$$\text{شكل منتظم ممدداضلاعه} ن = \frac{\theta}{2} \text{ ع} ظا$$

(٢١) ...

$$٢ = \frac{\frac{360}{ن} \text{ نق}^2}{2}$$

٥ - مساحه الاشكال البعدية بتعريفات خاصة

(٢٢)

القطع المكافئ المحدب  $= \frac{1}{2} ل ح$

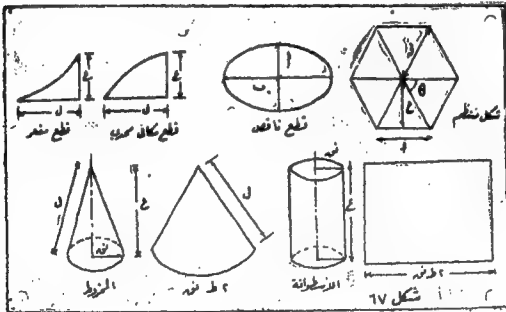
(٢٣) ...

القطع المكافئ المقعر  $= \frac{1}{2} ح . ل$

(٢٤) ...

القطع الناقص  $= ط ا ب$

حيث ا، ب هما نصفي القطرين شكل (٦٧)



شكل (٦٧)

٦ - مساحه السطوح للأجسام المنتظمة

(٢٥) ...

مساحة سطح الاسطوانة  $= ط ا ح$

$$\begin{aligned} \text{مساحة سطح المخروط} &= \pi r l \\ &= \frac{1}{2} \text{ محيط قاعدة المخروط } \times \text{ طول الرسم} \end{aligned}$$

(٢٦) ...

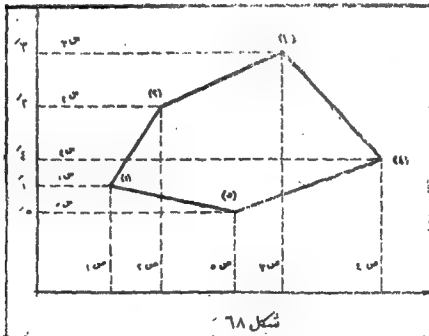
(٢٧) ...

$$\text{مساحة سطح الكرة} = 4 \pi r^2$$

٧ - مساحة الاشكال للعدسة بخطوط مستقيمة

أ - المساحة بمطوية إحداثيات الرؤوس

الطريقة : لحساب مساحة المثلث في الشكل نرقم النقاط في اتجاه دائري واحد ونحسب إحداثيات رؤوس المثلث ونجد في الشكل (٦٨) أن إحداثيات رؤوس المثلث المبين هي :



(س<sub>١</sub> ، س<sub>٢</sub>) ، (س<sub>٢</sub> ، س<sub>٣</sub>) ، (س<sub>٣</sub> ، س<sub>٤</sub>) ، (س<sub>٤</sub> ، س<sub>٥</sub>)  
 ومساحة هذا الشكل ١ - ٢ - ٣ - ٤ - ٥ يمكن حسابها بإضافة  
 مساحة أشباه المنحرفات ٢٢ - ٤ - ٤ - ٤ - ٥ وطرح أشباه المنحرفات  
 ٢٢ - ٢ - ٢ - ١ - ١ - ١ - ٥ - ٥

وبإيجاد مساحة أشباه منحرفات بدلالة س<sub>١</sub> ، س<sub>٢</sub> ، س<sub>٣</sub> ، س<sub>٤</sub> ، س<sub>٥</sub>

$$\frac{1}{4} (س_١ + س_٢) (س_١ - س_٢) = \text{المساحة}$$

$$+ \frac{1}{4} (س_٢ + س_٣) (س_٢ - س_٣)$$

$$- \frac{1}{4} (س_٣ + س_٤) (س_٣ - س_٤)$$

$$- \frac{1}{4} (س_٤ + س_٥) (س_٤ - س_٥)$$

$$- \frac{1}{4} (س_٥ + س_١) (س_٥ - س_١)$$

$$= \text{منصف المساحة} (س_١ + س_٢) (س_١ - س_٢)$$

$$+ (س_٢ + س_٣) (س_٢ - س_٣)$$

$$+ (س_٣ + س_٤) (س_٣ - س_٤)$$

$$+ (س_٤ + س_٥) (س_٤ - س_٥)$$

$$+ (س_٥ + س_١) (س_٥ - س_١)$$

$$\text{منصف المساحة} = س_١ (س_١ - س_٢) + س_٢ (س_٢ - س_٣) + س_٣ (س_٣ - س_٤) + س_٤ (س_٤ - س_٥) + س_٥ (س_٥ - س_١)$$

$$+ س_١ (س_١ - س_٢) + س_٢ (س_٢ - س_٣) + س_٣ (س_٣ - س_٤) + س_٤ (س_٤ - س_٥) + س_٥ (س_٥ - س_١)$$

$$+ س_١ (س_١ - س_٢) + س_٢ (س_٢ - س_٣) + س_٣ (س_٣ - س_٤) + س_٤ (س_٤ - س_٥) + س_٥ (س_٥ - س_١)$$

$$\text{المساحة} = \frac{1}{2} \times (\text{ضرب} + 1 - \text{ضرب} - 1) \quad (1)$$

$$= \frac{1}{2} \times (\text{ضرب} + 1 - \text{ضرب} - 1)$$

أى أن ضعف مساحة أى شكل معلوم إحداثيات رؤوسه يساوى مجموع حاصل ضرب كل إحداثى رأسى فى الفرق بين الإحداثيين الأفقيين اللاحق والسابق له .

وهو يساوى أيضا :

مجموع حاصل ضرب كل إحداثى أفقى فى الفرق بين الإحداثيين الرأسيين اللاحق والسابق له .

هذا ويمكن إيجاد المساحة بمعلومية إحداثيات النقط بطريقة بسيطة وسهلة وتتلخص فيما يلى :

١ - ترب إحداثيات كل نقطة على هيئة بسط ومقام بحيث يكون الإحداثى السفلى فى البسط لكل النقط ( أو العاوى ) وتوضع بترتيب دائرى واحد بحيث تنتهى بالنقطة التى ابتدأنا منها مع مراعاة وضع الاحداثيات بإشارتها الجبرية .

٢ - ضرب كل مقام فى بسط الكسر التالى ( وهو مبدى بخطوط مائلة كائلة ) ثم ضرب كل بسط فى المقام للحد التالى له ( وهو مبدى بخطوط متقطعة ) .

٣ - تجمع كل حواصل الحرب في الخطوط الكاملة على حدة والخطوط المتقطعة على حدة والفرق الجبرى بينها يكون هو ضعف المساحة وذلك بنظر النظر عن الإشارة الجبرية .

والمادة المستخدمة تكون على الشكل

$$\text{ضعف المساحة} = \left[ \frac{1}{100} \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{100} \right]$$

(٢٨) .....

ب - المساحة معلومة مركبات الضلع الشكل :

يتم حساب المساحة المحصورة داخل أى مضلع مقفل بمعلومية مركبات الأضلاع بإتباع القاعدة التالية :

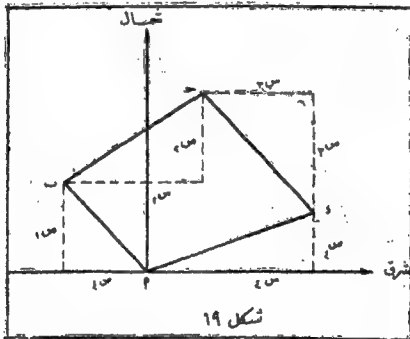
المساحة المحصورة داخل مضلع مقفل تساوى المجموع الجبرى لحاصل ضرب مسقط كل ضلع على المحور الصادى ٧ العمود الساقط من منتصف هذا الضلع على محور الصادات مع ملاحظة النقاط التالية :

- ١ ( المجموع الجبرى للركبات الأفقية للضلع المقفل = صفر
  - ٢ ( المجموع الجبرى للركبات الرأسية للضلع المقفل = صفر
  - ٣ ( المركبة الأفقية = طول الضلع × جيب الانحراف المختصر
  - ٤ ( المركبة الرأسية = طول الضلع × جيب تمام الانحراف المختصر
- وتلخص الطريقة فى تدوين المركبات الأفقية والرأسية للضلع فى جدول

وتؤخذ المركبة الأفقية باعتبارها مسقط الضلع على المحور السيني ويكون  
ضلع المبرود هو الإحداثيين العاوي على أن تؤخذ أطوال الضلع في ترتيب  
دوري واحد .

فإذا كان لدينا مقفل  $ABCD$  شكل (٦٩) .

والمركبات الأفقية والرأسية لأضلاعه  $AB, BC, CD, DA$  هي على  
التوالي  $(S_1, S_2), (S_3, S_4), (S_5, S_6), (S_7, S_8)$



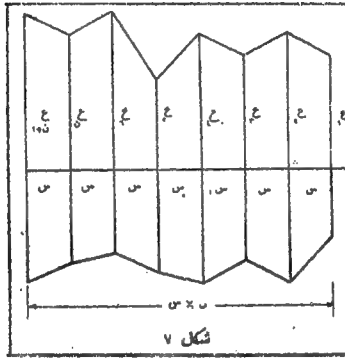
فتوجد المساحة باستخدام جدول كالآتي :







فإذا كان المراد حساب المساحة للقطعة المبينة في شكل (٧٠) مثلاً فإننا نجد  
أن :



(٤٠)

$$\left( \frac{\text{مجموع الأعمدة}}{\text{عدد الأعمدة}} \right) \text{ المساحة} = \text{ن س}$$

$$\frac{(ع ن + ١) س}{١ + ن} \text{ المساحة} = \text{ن س}$$

حيث ن = المسافة بين كل عمودين متتاليين :  
س = عدد الأقسام المتساوية

## ٢ - طريقة انشاء المنحرفات

وهي طريقة أدق من سابقتها والطريقة هي أن تحسب المساحة على أساس أن كل قسم عبارة عن شبه منحرف قاعداه العمودان وارتفاعه  $س$  ، ففي شكل (٧٠) نجد أن:

$$\begin{aligned} \text{المساحة} &= \frac{1}{2} س (ع_1 + ع_2) + \frac{1}{2} س (ع_2 + ع_3) + \frac{1}{2} س (ع_3 + ع_4) + \frac{1}{2} س (ع_4 + ع_5) + \frac{1}{2} س (ع_5 + ع_6) + \frac{1}{2} س (ع_6 + ع_7) + \frac{1}{2} س (ع_7 + ع_8) \\ &= \frac{1}{2} س (ع_1 + 2ع_2 + 2ع_3 + 2ع_4 + 2ع_5 + 2ع_6 + ع_7) \end{aligned}$$

$$(٤١) \quad \boxed{\begin{aligned} \text{المساحة} &= \frac{1}{2} س (ع_1 + ع_2 + ع_3 + ع_4 + ع_5 + ع_6 + ع_7) \\ &+ \text{ضعف الأعمدة الباقية} \end{aligned}}$$

وتمثل هذه الطريقة النتائج دقيقة إذا كانت حدود الأرض منكسرة .

## ٣ - طريقة مسجون (الطريقة المثالية)

وتستعمل إذا كانت حدود الأرض منحنية تماماً بمعنى أنه يمكننا إعتبار كل  $س$  نقط من الحدود عبارة عن منحنى قطع مكافئ .

$$(٤٢) \quad \boxed{\begin{aligned} \text{المساحة} &= \frac{س}{3} (ع_1 + ع_2 + ع_3) \\ &+ \text{ضعف الأعمدة الفردية الباقية} + \text{أربعة أمثال الأعمدة الزوجية} \end{aligned}}$$

$$\frac{1}{2} [(١٠ + ١٢ + ١٤ + ١٦) + (١٠ + ١٢ + ١٤ + ١٦)] =$$

$$+ (١٠ + ١٢ + ١٤ + ١٦)$$

ويراعى أن يكون عدد الأقسام زوجى ، وإذا كان فرديا يضاف قسم  
عند أحد الطرفين وتحتسب مساحته على حدة بأختباره إما مثلث أو شبه منحرف  
أو قطع مكافئ عذب أو مقعر حسب الشكل .

وينظر إلى حالة عدم وجود حدود في بداية القطعة أو نهايتها أو في كل  
منها يجب إختيار العمود الأول أو الأخير أو الاثنين معا . يساوى صفر عند  
تطبيق القانون .

#### ٤ - طريقة العطف والاضافة

وهي من الطرق التقريبية المستخدمة لإيجاد مساحة المناطق المستديرة الشكل  
أو كثير التمازيج وهي تعمل عموما حالتين :

##### ١ - الحالة الأولى : طريقة الخطوط المتوازية :

وتتلخص في تقسيم قطعة الأرض المراد إيجاد مساحتها إلى شرائح متساوية  
العرض ثم يحول كل شريط أو شريحة إلى مستطيل يكافئه في المساحة ويترك  
معه في العرض - أى أننا نحول الشريحة الغير منتظمة إلى مستطيل يكافئها في  
المساحة بأن نحذف جزء من الشريحة ونضيف إليهما جزء يساويه في المساحة  
تقريبا .

فإذا كان عرض كل شريحة هو  $s$  وأطوال الشرائح هي  $١٠$  ،  $١٢$  ،  $١٤$  ،  $١٦$  ،  
فتكون المساحة =  $s (١٠ + ١٢ + ١٤ + ١٦)$

### ب - الحالة الثانية طريقة المضلع المكافئ.

وتتلخص في تحويل القطعة المراد إيجاد مساحتها والتي تكون غالباً كثيرة  
التماريح إلى مضلع يكافئها أى يساويها في المساحة ويمكن ذلك بتحديد خطوط  
مستقيمة حول الشكل المتعرج والمراد إيجاد مساحتها بحيث تتساوى الأجزاء  
المطرحة فيها ثم تحسب مساحة المضلع المكافئ بإحدى الطرق المعروفة سابقاً  
أو بتحويل هذا المضلع المكافئ إلى مثلثات وأشكال رباعية .

### • • طريقة المربعات .

وفيها ترسم شبكة من المربعات على ورقة شفافة وتوضع فوق الخريطة  
وتعد المربعات الكاملة الصحيحة التي يحويها الشكل وتقدر كسور المربعات  
الصحيحة وتكون المساحة المطلوبة الطبيعية مساوية عدد المربعات  $\times$  مساحة  
المربع في الرسم  $\times$  ( مقياس الرسم )<sup>٢</sup> .

## أمثلة

مثال ١

قطعة أرض على هيئة مثلث أضلاعه هي:

$$أ = ٦٦٢٢٧٥ \text{ م} \quad ب = ٦٢٢٢٧٥ \text{ م} \quad ج = ٦٥٤٢٠٥ \text{ م}$$

أوجد مساحة هذه القطعة بالحسبان

الحل

$$أ = ٦٦٢٢٧٥ \quad ج - أ = ٢١١٢٢٥$$

$$ب = ٦٢٢٢٧٥ \quad ج - ب = ٢٤٢٢٨٠$$

$$ج = ٦٥٤٢٠٥ \quad ج - ج = ٢٢٠٢٩٥$$

$$١٩٥٠ = ج٢$$

$$٩٧٥ = ج$$

$$\text{المساحة} = \sqrt{ج(ج-أ)(ج-ب)(ج-ج)}$$

$$= \sqrt{٢٢٠٢٩٥ \times ٢٤٢٢٨٠ \times ٢١١٢٢٥ \times ٩٧٥}$$

$$= ١٨٢٧٧٢٤ \text{ متر مربع} = ١٨٢٧٧٢٤ \text{ هكتار}$$

مثال ٢ : أوجد المساحة المحصورة داخل المضلع المقفل الذي إحداثيات رؤسه هي :

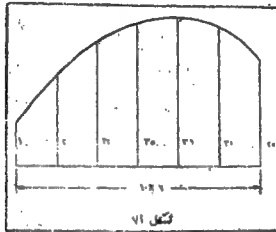
نقطة ١	م = ٨٣٥	م = ٥٥٣٣
نقطة ٢	م = ٤٦٦٨	م = ٩٣٧٨
نقطة ٣	م = ٧٩٤٠	م = ٦٦١٠
نقطة ٤	م = ٦٣١٢	م = ١٤٣٢
نقطة ٥	م = ٢٣١٥	م = ١٩١٦

الحل

$$\begin{aligned}
 & \text{خطف المساحة} = م_1 (م_2 - م_3) + م_2 (م_3 - م_4) + م_3 (م_4 - م_5) + م_4 (م_5 - م_1) + م_5 (م_1 - م_2) \\
 & = ٨٣٥ (٩٣٧٨ - ٦٦١٠) + ٤٦٦٨ (٦٦١٠ - ١٤٣٢) + ٧٩٤٠ (١٤٣٢ - ١٩١٦) + ٦٣١٢ (١٩١٦ - ٥٥٣٣) + ٥٥٣٣ (٥٥٣٣ - ٨٣٥) \\
 & = ٨٣٥ \times ٢٧٦٨ + ٤٦٦٨ \times ٥١٧٨ + ٧٩٤٠ \times ٢٧٧٦ + ٦٣١٢ \times ١٠٢٤ + ٥٥٣٣ \times ٤٦٩٨ \\
 & = ٢٣١٥ \times ٨٣٥ + ٢٣١٢ \times ٧٩٤٠ + ١٩١٦ \times ٦٦١٠ + ١٤٣٢ \times ٩٣٧٨ + ٨٣٥ \times ٥٥٣٣ \\
 & = ١٩١٦ \times ٦٦١٠ + ١٤٣٢ \times ٩٣٧٨ + ٨٣٥ \times ٥٥٣٣ + ٢٣١٢ \times ٧٩٤٠ + ٢٣١٥ \times ٨٣٥ \\
 & = ١٢٧٢٠٤٧٧
 \end{aligned}$$

$$\text{المساحة} = \frac{١٢٧٢٠٤٧٧}{٢} = ٦٣٦٠٢٣٨٥$$

- مثال ٣ - أوجد مساحة القطعة الميمنة في شكل (٧١) بطريقة :
- (١) بتوسط الارتفاعات ، (ب) أشباه المنحرفات ، (ج) طريقة سمسون . رأى الطرق في رأيك أدقها ؟



الحل

١ - طريقة التوسط الارتفاعات :

$$\begin{aligned} \text{المساحة} &= \text{ن} \times \frac{(1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7)}{1 + 7} \\ &= 10 \times 6 \left( \frac{10 + 20 + 22 + 20 + 26 + 24 + 20}{7} \right) \\ &= 10 \times 6 \left( \frac{189}{7} \right) = 1620 \text{ متر مربع} . \end{aligned}$$

ب - طريقة أشباه المنحرفات .

$$\text{المساحة} = \frac{7}{2} [(1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7) + 1 + 7]$$



$$\left[ (٢٠ + ٢٢ + ٢٥ + ٢٦ + ٢١) ٢ + ١٠ + ٢٥ \right] \frac{١٠}{٧} =$$

$$[ (١٥١) ٢ + ٢٥ ] ٥ =$$

$$١٧١٥ = \text{متر مربع} \quad (٢٠٨ + ٢٥) ٥ =$$

٥ - طريقة مسنون :

عدد الأقسام لدرجة وطيه ظن :

$$\frac{١٠}{٧} = \text{المساحة} ( \text{الممود الأول} + \text{الممود الأخير} + \text{ضلع الأعمدة}$$

الفردية} أربعة أمثال الأعمدة الزوجية)

$$\left[ (٢٠ + ٢٥ + ٢١) ٤ + (٢٢ + ٢٦) ٢ + ١٠ + ٢٥ \right] \frac{١٠}{٧} =$$

$$١٧٦٦٦ = \text{متر مربع} \quad (٢٤٤ + ١٣٦ + ٢٥) \frac{١٠}{٧} =$$

ونعتبر طريقة مسنون هي أدق نظراً لأن حدود القطعة منحنية .

مثال ٤ : ا ب ح منطقة مثلثية رؤوسها موجودة في الخرائط الآتية :

نقطة ا تبعد ٤ سم عن الحد الشرقي والشمالي الخريطة الواجهة  $\frac{84}{77}$

نقطة ب تقع في مركز الخريطة ا :  $\frac{17}{87}$  رقم ٢٥٠٠٠

نقطة ح تبعد ٤ سم ٧٢ سم عن الحد الغربي والجنوبي للخريطة

١ :  $\frac{8}{10}$  رقم ١٠٠٠٠٠

والمطلوب هو حساب مساحة هذه القطعة إلى أقرب رقم عشري واحد من

الفدان .

الحل :

$$\text{إحداثيات نقطة ا : } 77 = 100 - 23 = 77$$

$$\text{ص } 84 = 100 - 16 = 84$$

$$\text{إحداثيات نقطة ب : } 87 = 72 + 15 = 87$$

$$\text{ص } 170 = 100 + 70 = 170$$

إحداثيات نقطة ح :

١٨٥ -

$$\text{من} - 1000 = 1000 + 1000 = 2000 \text{ كم}$$

$$\text{من} = 80 = 80 + 80 = 160 \text{ كم}$$

$$\text{مجموع المساحة} = (\text{من} - \text{من}) + (\text{من} - \text{من})$$

$$+ (\text{من} - \text{من})$$

$$\text{مساحة المساحة} = (1000 - 80) + (80 - 1000) + (1000 - 80) + (80 - 1000)$$

$$+ (1000 - 80) + (80 - 1000)$$

$$= 1000 \times 1000 - 80 \times 80 + 80 \times 80 - 1000 \times 1000$$

$$= 0$$

المساحة المطلوبة = 1000 كم مربع

$$= 1000 \text{ فدان}$$

مثال ٥ - قطعة أرض مستطيلة الشكل أ ب ح د فيها د = ٨٠ متر  
أ ب = ٦٢ متر - يوجد عند حذرة النقطة د و ر على بعد ١٩٠ مترا من  
نقطة د ورشافة مياه ه - أقصى مدى لها هو ٤٤ مترا ما هي أقصى مساحة  
من هذه الأرض يمكن أن تروى بهذه الرشافة ؟

الحل

أقصى مساحة يمكن أن تروى هي عبارة عن المثلث د و ر + المثلث د و ه

حيث ر واقعة بين و ، ج والطول هو  $r = ١٤٤$  متر والنقطة ل بين و ا  
على الحد ا ب ، ل هو  $= ١٤٤$  متر .

لإيجاد مساحة المثلث :

$$\text{جنا و هو } r = \frac{١٩٥}{٤١.٢١} = ٤.٢٩١$$

الزاوية و هو  $r = ٦٤$  ، الزاوية المكملية  $= ١١٦^\circ$

مساحة المثلث  $= \frac{1}{2} \times \text{جنا} \times \text{جنا}$

$$= \frac{1}{2} \times ١٩٥ \times ٤.٢٩١ \times ٤.٢٩١ = ٢٨٨ \text{ متر مربع}$$

مساحة المثلث  $= \frac{1}{2} \times \text{جنا} \times \text{جنا}$

$$= \frac{1}{2} \times ١١٦ \times ٢.٣١٤ \times ٢.٣١٤ = ١٩٧١ \text{ متر مربع}$$

$$= ١٩٧١ \text{ متر مربع}$$

المساحة التي تروى بهذه الرشاشة  $= ١٩٧١ + ٢٨٨$

$$= ٢٢٥٩ \text{ متر مربع}$$

مثال (٦)

أوجد مساحة المثلث المقلل إ ب ح و الذي مركبات أضلاعه هي :

الضلع	المركبة الأفقية	المركبة الرأسية
أ ب	٢٠ غربا	٣٠ شمالا
ب ح	٤٠ شرقا	١٥ شمالا
ح ا	٣٠ شرقا	٢٥ جنوبا
ا ب	٥٠ غربا	٢٠ جنوبا

الحل

الضلع	المركبة الأفقية	المركبة الرأسية	ضلع العمود	المسقط $\times$ ضلع العمود
أ ب	٢٠ +	٣٠ +	$٢٠ = ٣٠ +$	$٦٠٠ - = ٢٠ - \times ٣٠ +$
ب ح	١٥ +	٤٠ +	$١٥ + ٣٠ \times ٢$	$٢٠٠٠ + = ٤٠ \times ٧٥ +$
			$٧٥ =$	
ح ا	٢٥ +	٣٠ -	$٢٥ - (١٥ + ٢٠) ٢$	$١٩٥٠ + = ٢٠ \times ٦٥$
			$٦٥ =$	
ا ب	٥٠ -	٢٠ -	$(٢٥ - ١٥ + ٢٠) ٢$	$٢٠٠٠ - = ٥٠ - \times ٢٠$
				$٢٢٥٠ = \Sigma$
				$٢٠ + = ٢٩ -$

∴ المساحة المطلوبة =  $٢٢٥٠ \times \frac{1}{2} = ١١٢٥ م^2$

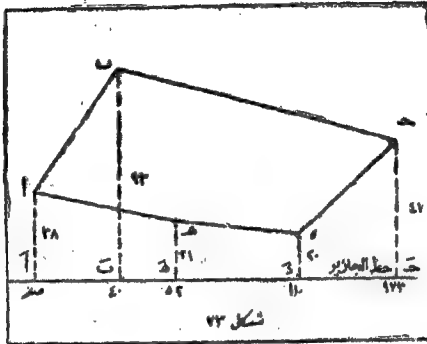
حل آخر

الضلع	ركبة أفقية	ركبة رأسية	ضلع العمود	المقطع $\times$ ضلع العمود
أ	٣٠ + ٢٠ =	٢٠ - =	٢٠ - =	٦٠٠ - = ٣٠ $\times$ ٢٠ -
ب	١٥ + ٤٠ +	٤٠ + ٢٠ $\times$ ٢ -	٤٠ + ٢٠ $\times$ ٢ -	صفر = ١٥ $\times$ صفر
ج	٢٥ - ٣٠ +	(٤٠ + ٢٠ -) ٢	(٤٠ + ٢٠ -) ٢	١٧٥٠ - = ٢٥ - $\times$ ٧٠
		٧٠ = ٣٠ +	٧٠ = ٣٠ +	
د	٢٠ - ٢٠ -	(٤٠ + ٢٠ -) ٢	(٤٠ + ٢٠ -) ٢	١٠٠٠ = ٢٠ - $\times$ ٥٠
		٥٠ = ٥٠ - ٣٥	٥٠ = ٥٠ - ٣٥	
				٢٢٥٠ - = ٣

$$\text{المساحة المطلوبة} = ٢٢٥٠ \times \frac{١}{٢} = ١٦٧٥ \text{ م}^2$$

مثال (٧)

قطعة أرض أ ب ج د هـ و شكل (٧٣) لم يتيسر قياس أقطارها - أخذ  
خط جنزير "ح" خارج القطعة وأسقطت أحمدة من رؤوس النقطة على هذا  
الخط - والمطلوب إيجاد مساحة هذه الأرض طلاً بأن الأبعاد المبينة  
بالأمتار .



المثل

المساحة الخارجية :

$$\text{شبه المنحرف ا' ب د' ج' } = (٤٠) \cdot \frac{٩٣ + ٢٨}{٢} = ٢٦٢٠ \text{ م}^٢$$

$$\text{شبه المنحرف ب' د' ح' ه' } = (٤٠ - ١٧٣) \cdot \frac{٤٧ \times ٩٣}{٢} = ٩٣١٠ \text{ م}^٢$$

$$\therefore \text{ المجموع } = ٩٣١٠ + ٢٦٢٠ = ١١٩٣٠ \text{ م}^٢$$

المساحة الداخلية :

$$\text{شبه المنحرف ا' ه' د' ح' } = (٥٢) \cdot \frac{٢٦ + ٢٨}{٢} = ١٦٦٤ \text{ م}^٢$$

$$\text{شبه المتحرف هـ هـ و هـ} = \frac{٢٠+٢٦}{٢} = (٥٢-١١٠) = ١٣٣٤ م^٢$$

$$\text{شبه المتحرف و هـ ح هـ} = \frac{٤٧+٢٠}{٢} = (١١٠-١٧٣) = ٢٢١١٠ م^٢$$

$$\text{٥. المجموع} = ١٦٦٤ + ١٣٣٤ + ٢١١٠ م^٢ = ٥١٠٨ م^٢$$

٦. مساحة الفكل = المساحة الخارجية - المساحة الداخلية

$$= ١١٩٣٠ - ٥١٠٨ م^٢ = ٦٨٢١ م^٢ مربع$$

حل آخر

نعتبر أن المثلث ا ب ح هو هـ ا م مثلث مقلد إحداثيات رؤوسه  
ا ، ب ، ح ، و ، هـ ، هـ بالنسبة لخط الجذور والممدد عليه هي :

النقطة	الإحداثي السيني س	الإحداثي الصادي ص
ا	صفر	٣٨
ب	٤٠	٩٣
ح	١٧٣	٤٧
د	١١٠	٢٠
هـ	٥٢	٢٦



∴ ضعف المساحة = مس (مس - مس هـ) + مس (مس هـ - مس م)

+ مس هـ (مس م - مس هـ) + مس م (مس هـ - مس م)

+ مس م (مس م - مس هـ)

= صفر (٩٢ - ٢٦) + (٤٧ - ٢٨) ٤٠ + (٢٨ - ٢٠) ١٧٢ + (٢٠ - ٩٢)

+ (٢٦ - ٤٧) ١١٠ + (٢٨ - ٢٠) ٥٢ + (٤٧ - ٢٦) ١١٠ +

= صفر + ٤٠ × ٩٢ - ١٧٢ × ٢٨ + ١١٠ × ٢٠ - ١١٠ × ٢٦ + ٥٢ × ٢٨ +

= صفر + ٣٦٨٠ - ١٢٦٢٩ - ٢٦٠ + ١١٠٠ + ١٤٥٦ +

= ١٤٩٢٩ + ١٢٩٦ - ١٢٦٤٣ متر مربع

∴ المساحة = ٦٨٢١٥٥ متر مربع

مثال. ٨.

مضلع مقفل ا ب ج د هـ ا مركبات أخلاطه هي :

ا ب ٢٠ شمالا ، ٣٠ شرقا ، ب ج ٦٠ جنوبا ، ج د ٥٠ شرقا

د هـ ٣٠ جنوبا ، هـ ا ٤٠ غربا والمضلع هـ ا يتجه غربا تماما والمضلع هـ ا

شمالا تماما - بين مساحة هذا المضلع بالمسكنات إذا كانت المركبات بالأمثلة .

المضلع

الضلع المركبة الأفقية الرأسية حذف العمود المسقط x حذف العمود

٦٠ +	٢٠ +	٢٠ +	٤٠ +	ب ا
١٠٠٠ -	٢٠ -	٦٠ -	٥٠ +	ب ج
٤٤٠٠ +	١١٠ -	٢٠ -	٤٠ -	ج د
٥٦٠٠ +	١٤٠ -	صفر	٤٠ -	د هـ
صفر	٧٠ +	٧٠ +	صفر	هـ ا

ومنها حذف المعاحة = ٩٦٠٠ متر مربع

= ٤٨٠٠ متر مربع = ٤٨ ر. هكتار

### الطرق الميكانيكية لإيجاد المساحات

وهي أجهزة تعتمد على استخدام أجهزة معينة في حساب المساحات المختلفة مثل أجهزة البلاييمتر ومسطرة التقدين وأهمها البلاييمتر القطبي

#### البلاييمتر القطبي :

ويعتبر البلاييمتر القطبي أفضل الطرق في إيجاد المساحات غير المنتظمة داخل أى شكل مغلق وذلك بواسطة أمرار سن مدبب بالجهاز على محيط هذا الشكل ،  
ويتتركب البلاييمتر من ذراعين متصلان بفصل كروى ( شكل ٧٤ ) .



والذراع ١ هـ يسمى الذراع الثابت أ ذراع القطب وطوله ل ( شكل ٧٤ )  
والذراع ١ بـ يسمى الذراع الراسم أو ذراع القياس وطوله ع .

ويتمى ذراع القطب بشقل بـ به ليرة تتبع على الخريطة أثناء الإستعمال  
ويتمى ذراع القياس أو الذراع الراسم بسن مدببة هـ وعلى مسافة ع من المفصلة  
ومن الجهة الأخرى وعلى مسافة ( د ) توجد عجلة القياس وهي عجلة مثبتة على  
محور أفقى يوازى ذراع الراسم ومتصل بقرص أفقى مقسم إلى ١٠ أقسام بحيث  
لو دارت عجلة القياس لفة كاملة يدور معها القرص قسماً واحداً ( شكل ٧٥ )





... (ب)

$$\boxed{\text{أى أن } \mathbf{v} = \mathbf{u} + \mathbf{w}}$$

وبالتمريض في (أ) من (ب)

$$\text{المساحة المقطوعة} = \mathbf{e} + \mathbf{c} + \mathbf{w} + \mathbf{u} + \mathbf{v}$$

$$= \mathbf{e} + \mathbf{w} + (\mathbf{c} + \mathbf{u} + \mathbf{v})$$

فإذا تحرك الراسم على حدود الشكل كله فتتكون المساحة الكلية هي عملية تكامل المساحة الجزئية المقطوعة — ولستنا نلاحظ أنه عند تحريك الراسم حول الشكل كله ابتداء من نقطة ما والنقل خارج الشكل في اتجاه عقرب الساعة مثلاً على حدود الشكل على أن يعود لنفس النقطة فنجد أن إشارة الزاوية  $\mathbf{u}$  التي دارها ذراع الراسم بالزاوية عند التحرك من أعلى إلى أسفل وبالنقص عند التحرك من أسفل إلى أعلى ، وبهذا يكون مجموع الزاوية  $(\mathbf{u}) = \text{صفر}$

وتتكون مساحة الشكل هي  $\mathbf{e} = \mathbf{c}$

أى طول ذراع الراسم  $\times$  طول المساحة التي دارها يحيط المجلة

فإذا كان نصف قطر المجلة  $\mathbf{r}$  ، يكون محيطها  $\mathbf{p} = 2\pi \mathbf{r}$

وإذا دارت المجلة عدد  $\mathbf{n}$  من الدورات فتتكون المسافة المقطوعة  $\mathbf{u}$  هي :

$$\mathbf{u} = 2\pi \mathbf{r} \mathbf{n}$$

والمساحة المطلوبة هي  $\mathbf{e} = 2\pi \mathbf{r} \mathbf{n} = \mathbf{u} = \mathbf{c} = \mathbf{p} \mathbf{n}$

حيث  $\mathbf{p} = 2\pi \mathbf{r}$

نحسب هـ كحقوق قراءة تدريج المعلة الأولى من الأخيرة . وفى حالة ما إذا كان الثقل داخل الفكل للطلوب إيجاد مساحته فيجب إضافة ثابت هو قيمة مساحة الدائرة الأساسية القطبية .

#### قراءة المعلة وتحديد طول فروع الراسم .

تنقسم المعلة إلى مائة قسم ويمكن بواسطة ودية قراءة <sup>١</sup> من أقسام ١٠.

المعلة أى <sup>١</sup> من دورة كاملة للمعلة ، ويتحرك مع المعلة فرس هودى على ١٠٠٠.

مستواها بين الفئات الكاملة للمعلة وبذلك بين القرص الآلاف والمعلة للئات والمعمرات وتبين الودية الأحاد .

وفى المعتاد يسلم مع كل بلايتمتر جدول توضيحي لأطوال ذراع التخطيط الواجب العمل بها فى حالة مقاييس الرسم المختلفة عندما يجب أن تكون أصغر قراءة على الودية بالوحدة البلايتمترية ١٠ أو ٢٠م<sup>٢</sup> . ويمكن تغيير طول الذراع حسب الجدول للرقق بكل جهاز يتحرك الإطار الذى يحمل المعلة . والجدول الآتى يبين نموذجاً من جداول البلايتمتر .

جدول البلاييمتر القطبي

مقياس الرسم م : ١	قواعد ذراع الراسم ع	العدد الثابت لوحدة الوردية		الثابت القطبي
		١ : ١	١ : ١	
١٠٠٠ : ١	١٠٠٠٦	١٠٠٠٠ مم	١٠ مم	٢٣٤٧٦
١٥٠٠ : ١	٨٩٠٥٠	٨٠٨٨٨ مم	٢٠ مم	١٣٩٧٠
٥٠٠ : ١	٨٩٠٦٠	٨٠٠٠٠ مم	١ مم	٢٣١٤٣
٢٥٠٠ : ١	٦٤٠٧٠	٦٤٠٠٠ مم	٤٠ مم	٢٦٧٨٧
٢٠٠٠ : ١	٥٠٠٧٠	٥٠٠٠٠ مم	٢٠ مم	٣٠٢٤٣
٣٠٠٠ : ١	٤٥٠٢٠	٤٤٤٤٤ مم	٤٠ مم	٣٣١٦٣
٥٠٠٠ : ١	٤٠٠٨٠	٤٠٠٠٠ مم	١٠٠ مم	٣٥٦٧٧

فإذا كان

ع = طول ذراع الراسم ، ي = محيط المجلة

ن = عدد القاعات حيث تحتوى كل لفة على ١٠٠٠ وحدة بلاييمترية .

م = مقياس الرسم

وبذلك تكون المساحة

ح = ع . ي . ن . م لقياس رسم ١ : ١ بالمتر المربع

ح = ع . ي . ن . (م) لقياس الرسم ١ : م

ويكون قيمة العدد الثابت على الخريطة مساويا للعدد = ع ط ن

وقيمة العدد الثابت الطبيعية = ع ط ن (م)



### طريقة استعمال البلاييمتر

#### لإيجاد مساحة الاشكال المثلثة

١ - نختار أى نقطة على محيط الشكل المراد إيجاد مساحته بحيث يقطع ذراع الراسم الشكل فى منتصفه تقريبا ويختار موضع القطب فى إمتداد مستوى العجلة أن يكون الذراعان عموديين تقريبا على بعضهما - وعموما يجب ألا تزيد الزاوية بين الذراعين عن ٥٠° ولا يقل عن ٣٠°

٢ - يحرب البلاييمتر بأمر السن المدبب بسرعة على حدود الشكل للتأكد من إمكان إمراره على المحيط بأكمله والتأكد أيضا من وقوع العجلة دائما على اللوحة .

٣ - نعلم بعد ذلك نقطة البداية ثم يبدأ القياس بإصدار السن المدبب على محيط الشكل فى اتجاه عقرب الساعة وبسرعة منتظمة إل أن تصل إلى نقطة البداية ثابتة .

٤ - ويسجل القياس ثلاث مرات على الأقل وفى كل مرة يستحسن أن يكون القياس ثارة بحيث يكون الثقل فيها على بين ذراع التنخطيط ويسمى الجهاز فى هذه الحالة ( متيامن ) وثارة أخرى يكون الثقل على يسار ذراع التنخطيط ويكون الجهاز فى هذه الحالة ( متياسر ) وفى كل مرة تؤخذ قراءات العجلة قبل وبعد القياس .

وتسمى القراءة الأولى قراءة البداية والقراءة الأخيرة قراءة النهاية .

٥ - ن ضرب عندمات الدوران أو وحدات الورقة حسب الحالة فى ثابت

المبدأ: أن العدد الثابت لوحدة وريدية أو للدورة الواحدة — نحصل على المساحة المطلوبة (راجع تصميم وقراءة الوريدات — الباب الثامن من هذا المؤلف) .

فإذا كانت القراءة الأولى  $n_1$  والآخرى هي  $n_2$  والعدد الثابت المقابل لقياس رسم الخريطة هو  $m$  فتكون المساحة مساوية :

$$\text{للمساحة} = m (n_2 - n_1)$$

$m$  = العدد الثابت المقابل لقياس الرسم (القراءة الأخيرة — القراءة الأولى)  
 $n_2 - n_1$  — يجب ألا تزيد فروق القراءات عموماً عن ١ ٪ من الوحدات البلايمترية — وإمكان حساب الفوارق أو الوحدات البلايمترية  $n_2$  ملاحظ أن الفرس الأفقي يبين الآلاف من الواحدات البلايمترية بينما يبين المجدلة المئات والعشرة منها ديتين الوريدية الآحاد .

ففي شكل (٧٥) نجد أن مؤشر القرص يقع بين الرقمين ٦ ، ٧ فيكون الآلاف ٦٠٠٠ وحدة وريدية أو ٦ دورات .

فإذا كان صفر الوريدية يبين رقم ٧ وشريطين فمعنى ذلك أن :

المئات هي ٢٠٠ وحدة وريدية والعشرات هي ٢٠ وحدة وريدية

ولذا كان رابع قسم من الوريدية ينطبق على أحد أسماء المجدلة فالآحاد هو ٤ وحدات وريدية .

وتكون القراءة الكلية هي ٦٢٢٤ وحدة وريدية أو ٦٢٢٤ دورة مسح

ملاحظة عدة مرات دوران القرص الأفقى فإذا دار القرص الأفقى حول نفسه مرة واحدة فمعنى ذلك أن المجلة دارت ١٠ دورات فتكون القراءة الأخيرة هي ١٦٧٢٤ دورة أو ١٦٣٩٤ وحدة دورية

٧ - أحيانا يستعمل الجهاز والنقل داخل الشكل — هنا إذا كانت المساحة المطلوبة كبيرة زمن للتمهيد أن تدور إبره الراسم على محيطها دفعة واحدة — وهذه الطريقة غير مستحبة على الإطلاق — لأن حيث يجب أن اضيف دائما إلى وحدات الزرية العدد الثابت القطبي الموجود بمجدول البلاييمتر إذا كانت القراءة متزايدة ، أما إذا كانت القراءة متناقصة فيجب طرح فرق القراءتين من العدد الثابت .

٨ - إذا استعمل البلاييمتر في قياس مساحة شكل مرسوم بمقياس رسم غير موجود بالمجدول فتترجا، مساحة الشكل بغرض أنه مرسوم لأحد مقاييس الرسم المبينة بالمجدول ثم تحسب المساحة بتطبيق القانون .

$\text{المساحة الحقيقية} = \text{المساحة للتأجمة من البلاييمتر} \left( \frac{\text{مقياس الرسم المرسوم}}{\text{مقياس الرسم الحقيقي}} \right)^2$
---

### المطلبة

#### مثال (١)

استعمل بلاييمتر في إيجاد مساحة قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ ولكن مقياس الرسم هذا لم يكن بالجدول فحسبت المساحة على أساس مقياس ١ : ٣٠٠٠ الموجود بالجدول فكانت ٤٠ فدان فما هي المساحة الحقيقية .

#### الحل

$$\frac{(\text{مقياس الرسم المفروض})^2}{(\text{مقياس الرسم الحقيقي})^2} = \frac{(\text{المساحة الحقيقية})}{(\text{المساحة الناتجة})}$$

$$\left( \frac{\text{مقياس الرسم المفروض}}{\text{مقياس الرسم الحقيقي}} \right)^2 \times \text{المساحة الناتجة} = \text{المساحة الحقيقية}$$

$$= \frac{\left( \frac{1}{2500} \right)^2}{\left( \frac{1}{3000} \right)^2} \times 40 = ٦٢.٥٠ \text{ فدان}$$

#### مثال (٢)

قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١ : ٣٠٠٠ وكان العدد الثابت = ١ هكتار للدورة لمقياس ١ : ٢٥٠٠ وبعد مرور البلاييمتر على حدود الشكل

كانت القراءة الأولى صفر والأخيرة ٦٨٤٦٨ دورة . ماهى المساحة الحقيقية  
للارض بالقدادين .

الحل

$$\text{المساحة المقيسة} = ٦٨٤٦٨ \times ١ = ٦٨٤٦٨ \text{ هكتار .}$$

$$\text{الهكتار} = ٢٠٠ \text{ فدان}$$

$$\therefore \text{المساحة المقاسة بالفدان} = ٦٨٤٦٨ \times ٢٠٠ = ١٣٦٩٠٠٠ \text{ فدان}$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = ١٣٦٩٠٠٠ \times \frac{٢٢٠٠٠}{٢٥٠٠٠}$$

$$= \frac{٢٢ \times ١٣٦٩٠٠٠}{٢٥٠}$$

$$= ١١٧٤٤ \times ٢٢٠ = ٢٥٨٣٦٨٠ \text{ فدان}$$

مثال (٣)

أريد حساب مساحة قطعة أرض مينة على خريطة زراعية باستخدام  
البلاسيمتر . فوجد فى الجدول المرفق أمام مقياس الرسم ١ : ٢٠٠٠ أن  
العدد الثابت هو ٤٠ م لكل وحدة زمنية ، وبعد ضبط طول الذراع المعطى  
بدأت القياس حيث كانت قراءة العجلة ١٧٦١٧ وبعد المرور على حدود الشكل  
ثلاث مرات كانت القراءة الأخيرة ٨٤٠ . ماهى المساحة الفعلية للارض

بالهكتار ؟ لو كان مقياس الرسم للخريطة الزراعية الموجود أمامه بالجدول  
أن العدد الثابت هو ٢٥٠ م<sup>٢</sup> لكل وحدة وريه . فما هي النسبة بين طول النдраج  
في الحالتين ؟

### الحل

مقياس رسم الخريطة الزراعية هو ١ : ٢٥٠٠

القراءة الأولى قبل البدء في العمل = ١٠٦١٨

القراءة الأخيرة بعد ٣ دورات = ٤٠٨٤٠

الفرق = ٣٠٢٢٢ وهي تمثل ٣ دورات

حول الشكل

$$\text{مساحة الشكل بالوحدات البلايمترية} = \frac{٣٠٢٢٢}{٣} = ١٠٠٧٤$$

= ١٠٧٤ وحدة

المساحة بالامتار المربعة = ١٠٧٤ × ٤٠ = ٤٢٩٦٠ م<sup>٢</sup>

$$\left( \frac{٢٥٠٠}{٢٠٠٠} \right)^٢ = \frac{\text{القطعة الفعلية}}{\text{المساحة المقاسة}}$$

$$\left(\frac{2500}{2000}\right)^2 42960 = \text{المساحة الفعلية}$$

$$= 67135 \text{ م}^2 = 67135 \text{ هكتار}$$

العدد الثابت على الخريطة = ٢ م ط نق

حيث : ١ = طول الذراع ط = النسبة التقريبية

$$\text{نق} = \text{نصف قطر المنطقة}$$

العدد الثابت المناظر في الطبيعة = العدد الثابت على الخريطة (مقياس الرسم)  
في الحالة الأولى .

$$60 \text{ م}^2 = 1,2 \text{ ط نق } (2000)^2$$

في الحالة الثانية

$$50 \text{ م}^2 = 1,2 \text{ ط نق } (2500)^2$$

$$1225 = \frac{(2500)^2 \cdot 50}{50 \times (2000)^2} = \frac{1,2}{1}$$

## تقسيم الإراضى

تقسم الإراضى عملية الغرض منها تقسيم أى قطعة من سطح الأرض إلى أقسام متساوية أو متناسبة لمقادير معلومة الظروف خاصة كتقسيم أرض بين شريكين أو أكثر بصفة موات أو لأغراض زراعية أو غير ذلك ولهذا العملية خطرها فى حل المشاكل بين الشركاء . ويجب فى جميع الأحوال أن تقدر كل الظروف المحيطة بالشركاء وأن تؤخذ فى الاعتبار نوع التملك وحقوق الارتفاق وقيمة من الأراضى وكذلك المنافع العامة مثل الترع والطرق العمومية ، وعموماً يجب مراعاة النقاط الآتية :

١ - إذا اشتملت الأرض على فم نهره فتقسم الأرض بحيث ينتفع بها الشركاء جميعاً .

٢ - إذا كانت الأرض راقعة على طريق فيجب أن يعطى لكل قسم نصيبه فى المرور فى الطريق مناسباً لمساحته .

والطرق العملية لتقسيم الأرض هى :

١ - الطريقة الحسابية .

٢ - الطريقة التخطيطية .

وقد تستعمل أحياناً الطريقتين معاً وتسمى حينئذ بالطريقة النصف حسابية .

١ - الطريقة الحسابية

تقاس الأبعاد الجابجيه اللازمة لإيجاد سطح المنطقة المراد قسمتها ، ثم يقسم



المسطح إلى أجزاء مناسبة لمصادر أنصبة المتقاسمين ، ثم تعين الإجهادات المحددة لأنصبتهم على الأرض بواسطة علامات التحديد ، ثم يعمل كشف تفصيلي ببيان الحدود ومساحة كل قسم .

## ٢ - الطريقة التخطيطية

نرفع أولاً القطعة المراد تقسيمها بأي طريقة من طرق المساحة ثم نضم الخريطة بالطرق الهندسية إلى أجزاء مناسبة لمقادير أنصبة المتقاسمين . وبعد المراجعة تعين الإجهادات المحددة للانصبة على الأرض مطابقة للخريطة بنسبة مقياس الرسم وتوضع في الحدود علامات ثابتة .

وبما أن مسائل تقسيم الأراضي لا يتأتى حصرها إذ أن كل مسألة لها حالات خاصة سنذكر بعضها منها لقياس عليه ما يكون معانيها لها . والتقسيم عادة يكون أما للحصول على مساحة معينة أو للحصول على خط تحديد ملكية معين . وغالباً ما يطلب أن يكون التقسيم ماراً بأحد المعالم أو حارياً أحد الواجهات كما سنرى في الأمثلة الآتية :

### مثال ١ :

المطلوب تقسيم قطعة أرض  $AB$  هـ مثلية الشكل إلى قسمين بنسبة  $٣ : ٤$  :  
وتستفيد كلا القطعتين من الطلبة الواقعة عند النقطة  $١$  . شكل (٧٧)

### الحل

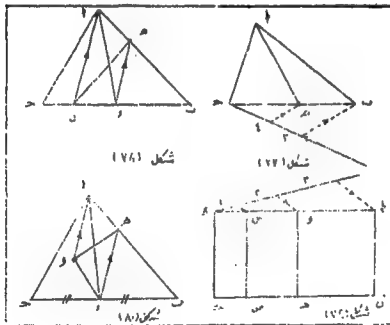
تقسم  $B$  هـ بنسبة  $٣ : ٤$  بالرسم في نقطة هـ فيكون  $١$  هـ هو خط التقسيم  
المطلوب شكل (٧٧) .

مثال ٢ :

المطلوب تقسيم قطعة أرض مثلثة الشكل  $ABC$  إلى قسمين متساويين بمساحة  
بمربع  $AB$  الزاوية الكائنة عند النقطة  $H$  الواقعة على الضلع  $AB$

الحل

نصف  $AB$  بنقطة  $H$  ثم نصل  $AH$  و  $HB$  و  $CH$  من  $A$  نرسم  
مستقيماً  $AD$  موازياً لـ  $CH$  و  $D$  فيكون هو خط التقسيم المطلوب  
شكل (٧٨)



مثال ٣ :

قطعة أرض مستطيلة الشكل  $ABCD$  يراد تقسيمها إلى ثلاثة أقسام بنسبة

١ : ٢ : ٣ إذا كان ب ح موقم أربعة عمومية ، ا و مصرف عمومي .

### الحل

نقسم المضلع ا و إلى أقسام بنسبة ١ : ٢ : ٣ في النقط م ، و ونرسم من م ، و المستقيمين م م ، و م يوازيان الضلع و ه فتكون المستطيلات م م م م ، م م م م ، و م م م م . ا و ه ب

من الأقسام المطلوبة شكل (٧٩)

مثال ٤ :

قطعة أرض مثلثة الشكل ا ب ه يراد تقسيمها إلى قسمين متساويين بحيث تستفيد كلا القطعتين من المطربة (و) الواقعة داخل المثلث (شكل ٨٠) . اصل و بأحد رؤوس المثلث ا ، نصف الضلع المقابل ب ه في نقطة مثل و ، نرسم من و المستقيم و ه يوازي ا و ليقطع ا ب في و - ونصل و ه و فيكون لدينا الشكل ب ه و و = نصف مساحة ا ب ه ، ويكون الحدان ه و ر ، و و هما حد التقسيم المطلوب .

مثال ٥ :

قطعة أرض ا ب ه مثلثة الشكل يراد تقسيمها إلى ثلاثة أقسام متساوية وبحيث أن كل ضلع من أضلاع المثلث ا - ه يكون حداً لقطعة واحدة فقط من الثلاث قطع المتساوية .

يقسم الضلع ب ه إلى ثلاثة أقسام متساوية هي ب م ، م ص ، ص ه

ثم نرسم من س المستقيم س م يوازي ا ب ومن م نرسم المستقيم م م  
يوازي ا ح فيقابلان في النقطة م نصل م ا ، م ب ، م ح فتكون المثلثات ا ب م  
ب ح م ، ح ا م هي الاقسام المتساوية المطلوبة شكل (٨١) .

#### مثال ٦ :

قطعة أرض ا ب ح مثلثة الشكل يراد تقسيمها إلى ثلاثة أقسام متساوية  
هكذا بأن ا ب ، ا ح طريقين ويراد أن تكون كل قطعة تطل على الطريقين .

نرسم الدائرة التي قطرها ا ح شكل (٨٢) .

يقسم ا ح ثلاثة أقسام متساوية بالنقط و ، هـ .

يقام من هـ ، و العمودين هـ س ، و س على الضلع ح فيقابلا محيط  
الدائرة في النقطتين س ، س ثم نركز بالفرجار في النقطة ا ، و وبفتحة  
تساوي ا س نرسم قوسا يقطع ا ح في ل ، و بفتحة تساوي ا س نرسم  
قوسا يقطع ا ح في م .

#### مثال ٧ :

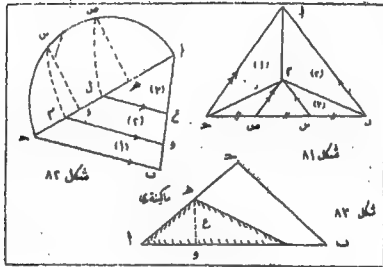
ا ب ح قطعة أرض زراعية والنقطة هـ على ا ب هي موقع ماكينة رى  
يراد استقطاع مساحة تساوي ١/٢ المساحة الكلية بحيث تشمل الحدين ا ب ، ا ح  
و استفيد كلا القطعتين من ماكينة الرى .

#### خطوات العمل :

• نسطع العمود هـ ل على ا ح ، وبقاس طوله وليكن ح شكل (٨٣) .

ولبن وعلى الضلع  $ا$  بحيث أن :

$$\frac{٢ \text{ المساحة المطلوبة}}{ع} = ١$$

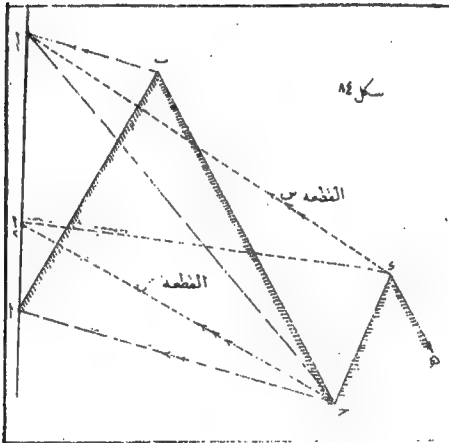


### تعديل فصل الحدود

يحتاج الأمر في بعض حالات التقسيم وغيرها إلى مراجعة مواقع الحدود بين الأراضى المتجاورة ويتم ذلك بقياس الحدود على الطبيعة ومقارنتها بالخرائط المساحية ثم تصحيح هذه الحدود . وكثيرا ما يكون الحد بين ملكيتين متمرجا عما يجب متعاب لكلا من المالكين ولذلك يحسن بموافقة الطرفين أن يمدل الحد المنكسر بعد آخر مستقيم بحيث تحفظ كل من القطعتين على جانبي خط التمديد . تدارى المساحة المأخوذة منها .

ولتنفيذ ذلك توجد عدة طرق وسوف نتناول منها طريقة سهلة للتنفيذ كما في المثال الآتي :

نفرض أنه لدينا  $AB$  و  $CD$  حد التكسر بين القطعتين  $BC$  و  $AD$  من شكل



(٨٤) . والمطلوب هو تعديل الحد للتكسر بخط مستقيم بحيث يحتفظ كل مالك بمساحة قطعتة الأصلية .

خطوات العمل :

١- أصل الخط  $AB$  ومن  $B$  نرسم مستقيماً  $BE$  موازياً لـ  $AD$  ونصل  $AE$

فيكون الحد  $ا$  حـ حداً بدلاً للحددين  $ا$  ،  $ب$  ،  $جـ$  شكل (٨١) .

٢ - وب نفس الطريقة نصل الخط  $ا$  ومن  $جـ$  نرسم  $جـ ا$  يوازي الخط  $ا$  ، فيكون الحد  $ا$  بدلاً للثلاث حدود  $ا$  ،  $ب$  ،  $جـ$  ،  $د$  . وبذا نكون قد حصلنا على حد مستقيم بدلاً من الحدود المتكسرة .

وإذا كانت الحدود الفاصلة بين القطعتين منحنية فيمكن اللجوء إلى توقيع خط تقريبي يفصل بين القطعتين ثم يتم حساب المساحات المضافة والمتقطعة بإعتبار أن الخط التقريبي هو خط تعديل الحدود .

ومن مزايا المساحة المضافة والمتقطعة يمكن إزاحة الخط المقترح أو تعديله بحيث تكون المساحات المضافة والمتقطعة متساوية .

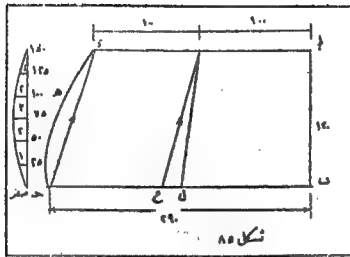
مثال ٨ :

قطعة أرض وباعينة الشكل  $ا$  ،  $ب$  ،  $جـ$  ،  $د$  المبينة بالشكل يراد تقسيمها إلى قسمين متساويين في المساحة بحيث يمر خط التقسيم بطلبة المياه الواقعة في منتصف الحد (١) .

حلاً بأن  $ا$  ب = ١٢٠ متراً ،  $ب$  جـ = ٢٩٠ متراً ،  $جـ$  د = ٢٠٠ متراً

والزاوية  $ا$  ب =  $٩٠^\circ$  والحد  $جـ د$  منحنى مبين بصحيفة جدول الضغط .

أوجد مساحة كل جزء وكذلك بعد نهاية خط التقسيم عن نقطة  $ب$  .



### الحل

مساحة الشكل المثلثي (شبه منحرف)

$$29000 \times \frac{290 + 200}{2} =$$

مساحة الشكل هـ ح شكل (٨٥) يمكن إيجادها بأكثر من طريقة  
ويستخدم طريقة سمون فإن :

المساحة =  $\frac{1}{2} (\text{العمود الأول} + \text{العمود الأخيرة} + \text{ضلع الأعمدة الفردية} + \text{أربعة أمثال الأعمدة الزوجية})$

$$= \frac{20}{2} (\text{صفر} + \text{صفر} + (2+2)2 + (1+2+1)4) =$$

$$2922 \frac{1}{2} = (20 + 8) \frac{20}{2} = (0 \times 4 + 4 \times 2) \frac{20}{2} =$$



$$\therefore \text{المساحة الكلية} = ٢٩٤٠٠ + ٢٢٢ \frac{1}{4} = ٢٩٦٢٢ \frac{1}{4} \text{ م}^2$$

$$\text{مساحة كل قسم} = \frac{\text{المساحة الكلية}}{٢} = \frac{٢٩٦٢٢ \frac{1}{4}}{٢} = ١٤٨١٦ \frac{1}{8} \text{ م}^2$$

ثم نصف الضلع ب ح بنقطة مثل ل ثم نصل و ل فتكون

مساحة الشكل ا ب ل و = مساحة الشكل د ل ح و

لنفرض أن النقطة ع هي نقطة التقسيم وأن الخط و ع هو خط التقسيم  
فتكون مساحة المثلث و ل ح = نصف مساحة الجزء المنحني ح و د

$$\frac{1}{2} \times \frac{٧٠٠}{٢} = \frac{١٢٠ \times \text{ل ح}}{٢}$$

$$\text{ل ح} = \frac{٧٠٠}{٣٦٠} = ١٩٤٤ \text{ متر}$$

بعد نهاية خط التقسيم عن نقطة ب = ١٤٥ + ١٩٤٤

$$= ١٤٦٩٤٤ \text{ متراً}$$

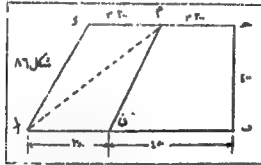
مثال ٩ :

قطعة أرض على هيئة شبه منحرف ا ب ح و شكل (٨٦) فيه ا ب

= ٨٠٠ م ، ح و = ٦٠٠ م ، ح و عمودي على كل من ب ا ، ح و

وطوله ٤٠٠ م ، يراد تقسيم هذه القطعة إلى جزئين بحيث تكون أحدهما

١٣ هكتار ونحوى الواجبين م و ٢ و ١ حيث م منتصف الضلع ب و د ،  
على أى بعد من ا تقع نقطة التقسيم د ؟



الحل

$$المساحة الكلية = \frac{٨٠٠ + ٦٠٠}{٢} \times ٤٠٠$$

$$= ٢٨٠٠٠٠ م^٢ = ٢٨ هكتار$$

نفرض أن د هي نقطة واقعة بين ا ، ب بحيث تكون المساحة م و ١ هـ  
= ١٣ هكتار شكل (٨٦) .

والمطلوب هو إيجاد نقطة د

$$مساحة المثلث م و ١ = \frac{٤٠٠ \times ٢٠٠}{٢} = ٦٠٠٠٠ م^٢ = ٦ هكتار$$

$$مساحة الجزء م و ٢ = \frac{٤٠٠ \times ٣٠}{٢}$$

- ۲۱۷ -

$$\frac{۱۰۰ \times ۲۱}{۲} = ۱۰۷۰۰۰$$

$$۲۰۰ \text{ مترا} = \frac{۷۰۰۰ \times ۲}{۱۰۰} = ۱۴۰$$

ای آن ه قطع علی بعد ۲۰۰ متراً من نقطة ۱ .

## تمارين

١ - قطعة أرض لها ثلاثة حדרود مستقيمة  $ا، ب، ج$  ،  $ج$  و  $ا$  أما الحد الرابع فهو متعرج ،  $ا ب = ٤٢٢$  مترا ،  $ب ج = ٦٤٠$  مترا ،  $ج و = ٤٥٦$  مترا ،  $ا و = ٧٩٨$  مترا ،  $ا ج = ٨٤٢$  مترا والأحداثيات الموضوعة على  $ا$  إلى النصارح للحد المتعرج هي صفر ،  $١٢$  ،  $٤$  ،  $١٩$  ، صفر عند المسافات صفر ،  $١٥٠$  ،  $٢٣٠$  ،  $٤٣٤$  ،  $٧٩٨$  مترا من النقطة  $ا$  ، أحسب مساحة هذه القطعة .

الجواب ( المساحة =  $٣١٧٤٤٥$  متر مربع )

٢ - مضلع إحداثيات رؤوسه هي :

النقطة	١	٢	٣	٤	٥	٦
س	صفر	٢١٢١	١٢٢٤	١٦١٣	٢٨٢٦٨	١١٠٠٧
ص	صفر	٢٥٢٣٢	٥٤٢٢٢	٨٢٢٨٤	٤٩٢٦٢	١٠٢٤٨

هذه المساحة المحصورة داخل المضلع بثلاث طرق تعرفها .

الجواب ( المساحة =  $٢٢٩٢٢٠٢$  متر مربع )

٣ - قطعة أرض مثلثية الشكل أطوال أضلاعه  $٤٦٠٥٣$  ،  $٦٣١٢$  ،  $٢٥٨١$  حين مساحتها .

الجواب (  $١٨٢٢٢٢ م^٢$  )

٤ - قطعة أرض على هيئة مثلث مساحتها ٨ أفدنة فإذا كانت  $\theta$  منتصف الحد  $b$  هو  $a$  هو طول الحد  $a$   $b$  إذا كانت الزاوية  $\theta$  و  $\theta = ٧٤^\circ$  ،  
 $b = ٨٠$  متر

٥ - أريد قياس مساحة قطعة أرض مبينة على خريطة زراعية باستخدام البلاييمتر ووجد في الجدول المرفق لقياس الرسم ١ : ٢٠٠٠ أن العدد الثابت  $= ٤٠$  م لوحده الوردية وبعد ضبط الذراع المعطى بدأت القياس وكانت قراءة البلاييمتر ١٦٦٨ دورة ، وبعد المرور على حدود الهكل أربعة مرات كانت القراءة الأخيرة ٢٣٩ دورة - ما هي المساحة الفعلية للأرض بالمسكنار .

٦ - أريد قياس مساحة قطعة أرض مبينة على خريطة زراعية - باستخدام جهاز البلاييمتر ووجد في الجدول المرفق أن العدد الثابت  $= ٢٠$  متر مربع لتكامل وحدة وردية لقياس ١ : ١٠٠٠ - وكانت قراءة الجهاز الأولية هي ٢٧١٢ وبعد المرور على حدود الهكل ٥ مرات كانت القراءة النهائية ٨٨٧ - ما هي المساحة الفعلية للأرض بالفدان وكسوره ؟

٧ - إذا كان العدد الثابت في جهاز البلاييمتر  $= ١٠$  م لوحدة الوردية لقياس ١ : ١٠٠٠ وكان طول الذراع المعطى هو ٣٢٧٧ م وبعد ضبط هذا الطول أردت اختبار هذا الجهاز وذلك بقياس مساحة مستطيل أبعاده  $٤ \times ٥$  م على الخريطة بمقياس ١ : ١٠٠٠ وذلك بشمير البلاييمتر على حدود المستطيل خمسة مرات فكانت القراءات كالآتي :

٨ -  $a$   $b$   $\theta$  و  $\theta$  قطعة أرض فيها كل من الحدين  $a$   $b$  ،  $\theta$  و عبارة عن أقواس دائرية متحدة المركز وكان  $a = b$  و  $\theta = ١٠٠$  متر فإذا

أريد تقسيم هذه الأرض إلى جزئين متساويين بالحد  $هـ$  والذي طوله ١٥٠ متراً  
(  $هـ$  على  $ا ب$  ، وعلى  $ح د$  ) فعين الزوية بين  $ا ب$  و  $ا ح$  وامتداد  $هـ$  و  
وكذلك موضع  $هـ$  و طياً بأن:

$$\text{طول القوس } ح د = ٦١٥ \text{ متراً}$$

$$\text{انحراف } ح د = ٢٨^\circ$$

$$\text{انحراف } ا ب = ٣٣٢$$

٩ - قوس دائري عليه ثلاث نقاط  $ا ب ح$  ، فإذا كانت المسافات  
للمستقيمة  $ا ب = ١٠٠$  ،  $ا ح = ١٥٠$  ،  $ب ح = ١٢٥$  متراً  
فأوجد مساحة القطعة  $ا ب ح$ .

١٠ - مثلث  $ا ب ح$  مساحته ٤ هكتار فيه الضلع  $ب ح = ٢٠٠$   
متراً والنسبة بين الحدين  $ا ب$  إلى  $ا ح$  كنسبة ٢ : ٣ أوجد أطوال حدود  
القطعة وكذلك زواياها.

١١ - أرض مربعة الشكل طول ضلعها ١٠٠ متراً - يراد إنشاء طريق  
في اتجاه قطر المربع بحيث لا يزيد مساحة الطريق عن  $\frac{1}{3}$  مساحة القطعة الكلية -  
عين عرض الطريق.

١٢ - قطعة أرض مستطيلة الشكل  $ا ب ح د$  يمتلكها أخوان، فيها  
الضلع  $ا د = ٨٠$  متراً ،  $ا ب = ٦٥$  متراً - ويوجد عند أحد أركان القطعة  
 $ا د$  وعلى بعد ١٩ متراً من  $ا$  حسان مربوط بحبل طوله ٢٨ متراً - يمتلك  
الحسان أحد الأخوين - والقطعة مقسمة ١ : ٤ بين الأخوين - وصاحب  
الحسان له النصيب الأصغر - فهل يرى الحسان في مساحة ( حسب أقصى

ما يسمى له الجبل المرتبط به ( تجاور مساحة ما يملكه صاحبه أم لا وما هو مقدار هذا التجاور ؟

١٣ - المزدان ح ١ ، ح ب قطعة أرض لإنعافها الدائري هو ٢١٠° ، ٣٣٠° على الترتيب ويراد استقطاع مساحة قدرها ٦٠٠ متر مربع بخط موازيا لإتجاه الشمال - أوجد طول الحد على ح ح وهو يساوى الحد على ا ح -

١٤ - قطعة أرض على هيئة شبه منحرف ا ب ح و فيها ا ب // ح و ، ب ح عودى على كل من ح و ، ا ب والأطوال هي :

ح و = ١٦٠ م ، ب ح = ٤٠ م ، ا ب = ٨٠ م لقطعة م نصف ح و والمطلوب اقتطاع ١٢ هكتار تحوى م ، ع ، و - فقل أى بعد من ا تقع نقطة التقسيم .

١٥ - نفق مقطعة عبارة من مستطيل يملؤه قطعة دائرية فإذا كان إرتفاع المستطيل ه أمتار وعرضه ١٢ متر وأقصى إرتفاع للنفق ٧٠ متر فمبن مساحة مقطعه لأقرب متر مربع .

١٦ - ما هي نسبة الخطأ في المائة في إعتبار أن مساحة الدائرة المسارة برؤوس شكل منتظم ذي ٢٠ ضلعا تساوى مساحة الشكل المنتظم نفسه .

١٧ - قطعة أرض مستطيلة الشكل ا ب ح و فيها ا ب = ٣٦٠ م ، ا ح = ٢١٠ م - ويراد تقسيمها بنسبة ٣ : ٥ بحيث يمر خط التقسيم بنقطة م الواقعة على الضلع و ح وبعد ٢١٦ مترا عن ح - على أى بعد من الرأس ب تقع نقطة التقسيم .

الجواب ( النقطة ه تقع على بعد ٢٣٤ مترا من ب )

١٨ - قطعة أرض مثلثية الشكل ا ب ح = ا ب = ١٢٠ مترا

ويراد إقسطاع القطعة المثلثة  $ا هـ$  (  $و$  على  $ا حـ$  ،  $هـ$  على  $ا ب$  بحيث  $ا هـ = ١٥٠$  مترا ) بحيث تكون مساحتها  $\frac{1}{4}$  المساحة السككية . عين نقطة التقسيم  $هـ$  عين النقطة  $ب$  .

١٩ — قطعة أرض مربعة الشكل  $ا ب حـ د$  ويراد قياسها بعينين مساحتها فأخذت نقطة  $هـ$  على  $ب حـ$  ونقطة  $و$  على  $حـ د$  وقيست الأبعاد الثلاثة  $ا هـ = ٢٠٠$  متر ،  $هـ و = ١٥٠$  متر ،  $ا و = ٢٥٠$  متر — فما هو طول ضلع المربع .

٢٠ —  $ا ب حـ$  مثلث فيه  $هـ$  نقطة على  $ا ب$  بحيث أن  $ا هـ = ٢٠٠$  متر  $هـ و = ٦٠٠$  م فإذا أقيم العمودان  $هـ و$  ،  $هـ د$  على  $ا حـ$   $ب و$  على الترتيب وكان مجموع العمودان  $هـ و$  ،  $هـ د$  هو  $٤٤٠$  والزاوية  $حـ$  في المثلث  $١٢٠^\circ$  — عين مساحة المثلث والشكل الرباعي  $حـ د هـ و$  .

٢١ —  $ا ب حـ$  قطعة مثلثية قائمة الزاوية في  $ب$  ،  $ا ب = ٤٠٠$  م ،  $ب حـ = ٣٠٠$  م ويراد تقسيم القطعة إلى قسمين متساويين بحيث يوازي خط التقسيم  $هـ$  هو الحد  $حـ ا$  وينتقى الطريق عند حد التقسيم  $و$  هو أوجد كل الأبعاد اللازمة للتقسيم .

٢٢ — حد متعرج يوصل بين قطعتين أرض يتكون من ستة خطوط تكون فيها بينها ٥ مثلثات متساوية الأضلاع طسول كل منها ١٢٠ متر . عين طول وانحراف الحد المستقيم بدلا من هذه الحدود الستة .

٢٣ —  $ا ب حـ و$  قطعة أرض مربعة الشكل يراد إقسطاع جزء منها لعمل طريق يمر حدها الخارجي  $ا ب$  بالنقطتين  $ب$  ،  $و$  فإذا كان عرض الطريق



هو ١٦ مترا وطول ضلع المربع هو ٢٥٦ مترا فما هي نسبة المساحة المنقطعة  
لإتفاء الطريق ؟

٢٥ — مضلع مركبات أخلاعه هي :

ا ب ٢٥٠ شمالا ، ٣٥٠ شرقا

ب ح ٦٠٠ جنوبا ، ٥٥٠ شرقا

ح و ٢٥٠ جنوبا ، ٤٥٠ غربا

و هـ غربا تماما ، هـ ا شمالا تماما

عين مساحة هذا المضلع لأقرب فدان إذا كانت المركبات بالامتسار .

ولذا أريد اقتطاع الجزء ا و هـ فما هي نسبة للمساحة المستقطعة ؟ .

٢٦ — قطعة أرض على هيئة شكل رباعي ا ب ح و فيه ا ب = ٢٠٠ ،

ب ح = ٦٠ ، ح و = ١٤٠ ، و ا = ١٢٠ والزوايا ا = الزاوية ح .

عين مساحتها إلى أقرب متر مربع .



# السابج السابع الهندسة

الميزانية من العمليات الملاحية الهامة والأساسية لكل المشروعات الهندسية  
لذا أننا نحتاج إليها في أغراض كثيرة مثل الانشاءات الهندسية وإنشاء وتصميم  
الطرق والجسور وعمليات تطهير الترع والمصارف وتسوية وحصر الأراضي .

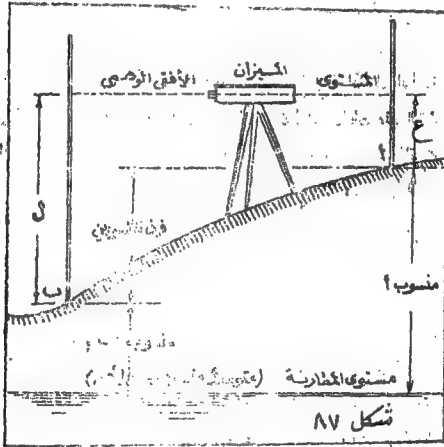
والميزانية هي ذلك الفرع من المساحة الذي يبحث في إيجاد الأبعاد الرأسية  
بين النقط المختلفة على سطح الأرض . ثم مقارنة لارتفاعات هذه النقط  
وإختلافاتها عن مستوى ثابت هو مستوى المقارنة . وكما ذكرنا فإن مستوى المقارنة  
في مصر هو متوسط مستوى سطح البحر داخل ميناء الإسكندرية في البحر  
الأبيض المتوسط .

## منسوب النقطة :

يعرف البعد الرأسى بين أى نقطة على سطح الأرض وبين مستوى المقارنة  
بمنسوب هذه النقطة . وهو موجب إذا كانت النقطة فوق مستوى المقارنة  
وسالباً إذا كان تحت مستوى المقارنة . والنقط ذات منسوب صفر هي النقط  
الواقعة على امتداد مستوى سطح البحر شكل (٨٧) .

### نظرية اليزانية :

لقياس الفرق بين إرتفاعي نقطتين مثل ١، ٢ وإيجاد الفرق بين منسوبيهما شكل (٨٧) نعين مستواً أفقياً وهمي بهماز يسمى الميزان ثم لقياس البعد الرأسى بين كل من ١، ٢ وهذا المستوى الأفقى الوهمى بواسطة مقياس مدرج يسمى القسامة ونفرض أنها (ح ل) ، الفرق بين هذين البعدين يساوى الفرق بين منسوبي ١، ٢



### علامات اليزانية (الروبر) :

لايجاد منسوب أى نقطة يجب أن تبدأ من مستوى القسامة وهو سطح البحر وغالباً ما يتخذ ذلك ، سهلاً لذلك فقد قُبِلت نقط في الطبيعة

وعينت مناسيبها ووضعت عند كل نقطة علامة تميزها بواسطة مصلدة المساحة ،  
ومثل هذه النقطة الثابتة تسمى بعلامات الميزانية أو بالروبير وجميع الروبيرات  
موضوعة على الترع والمصارف والجسور ، وفي المدن تبيت في حوائط المباني  
يكون ، حتى على إنشائها فترة طويلة حتى تتأكد من قيام هينطها في التربة  
تحت تأثير أوزانها ، الروبيرات نوطان :

#### روبير الحائط :

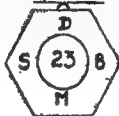
ويختلف شكله حسب دقة اللزاية عند تعيين منسوبه فيكون على شكل أسطوانة  
حديد مثبتة في حوائط المباني الروبيرات بالدرجة الثانية ( وفيها يكون المنسوب  
بدقه الستينترات ) خبوع على رأس مسدس في أعلاها نصف كرة صغيرة لروبيرات  
الدرجة الأولى التي يعطى المنسوب فيها بدقه المليمتر شكل ( ٨٨ ) ويثبت الروبير  
بالخرسانة في الحائط شكل ( ٨٩ ) .

#### روبير الأرض :

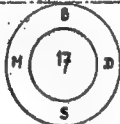
هو عبارة عن مواشير من الحديد قطرها ٦ سم وطولها ٢٠٧٥ مترا ومثبتة  
في الأرض بواسطة برعة . وأعلى نقطة هي المعلومة المنسوب والجزء البارز منها  
فوق سطح الأرض طوله ٢٥ سم شكل ( ٩٠ ) . وجميع هذه الروبيرات ومناسيبها  
ممهطة في كتيبات خاصة تصدرها مصلحة المساحة الجيودال التي يبين لأحد  
صفحات كتيب مناسيب مدينة الإسكندرية .

روبیر حائط درجه اول

منسوب الروبير

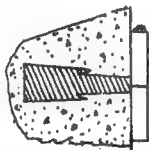


منسوب الروبير



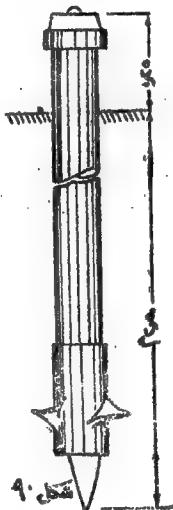
روبیر حائط درجه ثانيه

شكل ٨٨



شكل ٨٩

روبیر أرض



شكل ٩٠

رقم الروبير	المواقع والوصف	المذروب بالمتر
٢٢٣	يقع بطريق الحرية دوبير مثبت في الوادية الشمالية الشرقية لبناء شركة مياه الاسكندرية حيث طريق الحرية بمسافة ٨٠ مترا تقريبا	(١٣٥٦٨)
٢٢٤	يقع بشارع مارك أدرييل دوبير مثبت في الوادية الجنوبية الغربية لنزل رقم ٢١ الواقع بطريق الحرية عند تقاطع بشارع مارك أدرييل أمام المستشفى اليوناني	(١٣٥٨٢٩)
٢٢٥	يقع بطريق الحرية دوبير مثبت في الوادية الجنوبية الشرقية لبناء نقطة بوليس الإبراهيمية الواقعة بطريق الحرية عند تقاطع بشارع الأهرام عند على إبراهيم	(٤٣٦٥)

#### الأجهزة المستخدمة في الليزانية

#### الأجهزة الأساسية المستعملة في عمليات الليزمية

### أول القامات :

القامة هي عبارة عن مقياس بطول ٢ - ٤ متر مصنوعة من خشب عليه طبقة سميك من الطلاء لحفظه من العوامل الجوية، وهي مدرجة إلى أمتار وديسيمترات وسنتيمترات، وتطلى أقسام التدرج بلونين مختلفين للتمييز بينها وتوجد شريطة أو علامة عند كل ديسيمتر حيث يكتب الديسمتر ١ ، ٢ ، ٣ وهكذا وأحيانا تثبت في ظهر أو جانب القامة ميوان تسوية دائري صغير حتى يمكن جعل القامة رأسية تماما أثناء العمل .

ولتوضيح الأمتار توجد طرق مختلفة لثلاث موضع أحيانا فقط أعلى الرقم الحال على الديسيمتر ويكون عدد النقاط مساويا عدد الأمتار المقاسة .

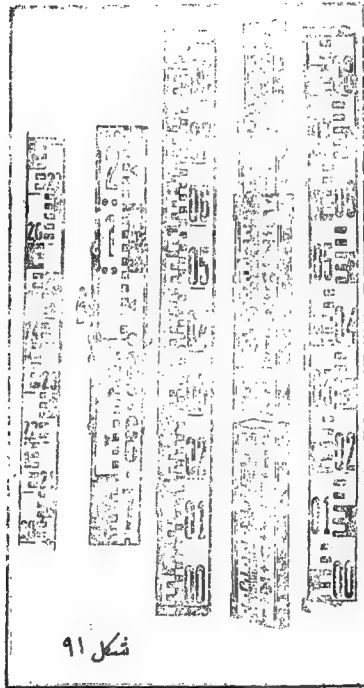
وهناك أنواع كثيرة من القامات منها القامات العادية والقامات المتداخلة والتي يطلق عليها القامات التلسكوبية والقامات التي تطوى وفي شكل (٩١) مبين نماذج مختلفة من القامات المستخدمة في الميزانية العادية .

### طريقة قراءة القامة :

وفي بعض الأجهزة تظهر صورة القامة مقلوبة داخل المنظار ، والقامة توضع دائما على النقطة بحيث يكون صفر التدرج على النقطة المطارب قياس منسوبها بمعنى أن القراءة تزايد عليها من أسفل إلى أعلى. وفي المنظار يظهر العكس فتزايد القراءة من أعلى إلى أسفل لذا يجب مراعاة ذلك عند تقدير القراءة على القامة بالجهاز خاصة وإذا كانت المسافة بين الجهاز والقامة صغيرة ، حينئذ يظهر جزء صغير من القامة في المنظار شكل (٩٢) فتحدد القراءة بمعرفة اتجاه التزايد أولا



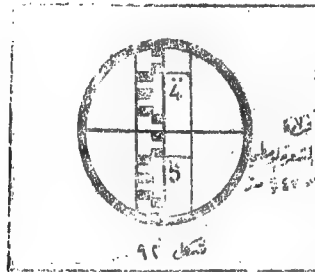
ثم بتحديد عدد النقاط الدالة على الكميات ثم بتحديد قراءه الشعرة الوسطى  
من دوائر مقترات وسنقيسترات



شكل ٩١

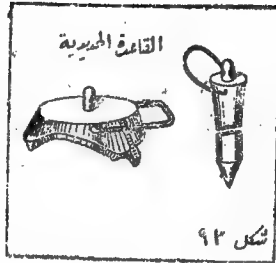
فنجده مثلاً في الشكل (٩٢) أن قراءة الأمانة هي ٢٠١٧ مترًا .

ويجب مراعاة أنه في بعض الأجهزة الحديثة تظهر الصورة في المنظار مستدلة مباشرة وفي هذه الحالة تكون القراءة على القياس متزايدة من أسفل إلى أعلى .



القاعدة الحديثة :

أحياناً ما تجري عمليات الميزانية في أراضي طينية ليئة فنجد أن القائمة تنفوس في الأرض وتختلف لذلك القراءات المأخوذة على القائمة عن القراءات الحقيقية الواجب قراءتها . ولهذا لا يجب استعمال قاعدة حديثة مستديرة الشكل وبشكل رأس من رؤوسها قائم مدبب يعودى على مستر القاعدة (شكل ٩٣) وبوضع هذه القاعدة تحت التماساة لانفوس في الأرض بل رخوة ، وبذا نتوصل على القراءات الحقيقية المطلوبة .



ثانيا . التوازن

المرآتين هي الأجهزة التي يمكن بواسطتها الحصول على مستوى أفقي وهمي وذلك بأن تحصل على خط نظر أفقي مما تدار البصائر حول محوره الرأسى ، ويقطع هذا المستوى الوهمى القامات في القراءات المطلوبة ومنها نستخرج مناسيب وفروقات الأبعاد للرأسية للنقط المختلفة الموضوعة عليها القامات .

ويتكون أى ميزان منها كان نوعه من ثلاثة أجزاء رئيسية :

- (أ) منظار مساحى .
- (ب) ميزان التحويلة .
- (ج) القاعدة السفلى .

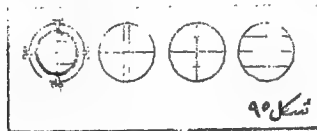
المنظار المساحى :

يتركب المنظار من أسطوانة معدنية مثبت في أحد طرفيها العدسة الشيئية (١) شكل (٩٤) ومثبت في الطرف الآخر العدسة البينية (٢) . والغرض من العدسة

النتيجة الحاصل على صورة مدحرجة ، وأما العينية فتعبر هذه الصورة ،  
وداخل أطراف المنظور توجد عدة (٢) نقطة تطبيق مستوى  
الصورة على مستوى حامل الشعرات بواسطة المقياس (٥) ، وأمام العدسة  
العينية داخل المنظور يوجد حامل للشعرات (٤) ، وهو عبارة عن حافة مركب



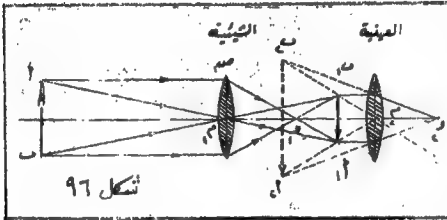
بها شعرات متعامدة أو لوح زجاج محفور عليه خطوط متعامدة والفرض منه  
تعدد محور النظر لتقع عليه صورة المربعات وهو مثبت في أسطوانة المنظور  
بواسطة أربعة مسامير شكل (٩٤) ، وهو على أشكال مختلفة وأبسط أنواعه



عبارة عن شعرتين (معا) أحدهما يسمى الشعرة الوسطى والثانية الوسطى والأخرى  
متعامدة عليهما وتسمى الشعرة الرأسية ، وتوجد أحدهما شعرتين أفقيتين  
تصيرتين أعلى أسفل الشعرة الوسطى تسمى شعرات الاستاديا : يستعملان  
في القياس الغير مباشر للمسافات (المقياس التانجومتري)

### كيفية تكوين الصورة داخل المفلّاح :

إذا فرض أن  $A$  شخص أو قامة موضوع أمام العدسة البينية للنظارة وعلى بعد أكبر من  $B$  بعدها البؤري فتتكون في الجهة الأخرى من البينية صورة مقصورة مصغرة  $A'$  وتتكبيرها نسبين بالبينية لنحصل في هذه الحالة على صورة  $A''$   $B$  وتكون تقديرية مكبرة شكل (٩٦) ويجب أن نتبع حل مستون حامل السمات حتى لا يكون هناك ما يسمى بخطأ الوضع أو عدم التطبيق .



### ميزان التسوية

عبارة عن وعاء أسطوانى سطحه العلوى يمثل سطح برميلي الفكل ، والوعاء ملء بالأمير فيما علنا فقاعة صغيرة من بخار الأمير على السطح الزجاجى وتوجد علامات تبعد عن بعضها بمقدار ٢ مم لتحديد مدى ضبط الأفقية ( راجع ميزان الآلية في باب الورقة المستوية ) .

والزاوية اللازمة لتحريك القيمة علامة واحدة تسمى حساسية ميزان

التنويرية وتعمل دائما بالتوازن . ويكون مستوى الميزان أفقيا دائما عندما تكون القيمة في المنتصف .

#### القاعدة السفلى :

وتسمى قاعدة الجهاز وهي عبارة عن القاعدة المثبتة فيها المحور الرأسى للجهاز الماعمل والتي تتركز على رأس الحامل بواسطة ثلاثة مسامير متحركة يمكن بواسطتها إمالة القاعدة لضبط المحور الرأسى بواسطة ميزان التسوية الذى قد يكون مثبت في القاعدة نفسها أو على الجهاز نفسه . ٤ .

#### الواع للوزنين :

هناك أنواع كثيرة من الموازين تختلف بعض الاختلاف في تركيبها وطرق ضبطها وهذا ويمكن تقسيم الموازين المستعملة في الميزانيات العادية إلى :

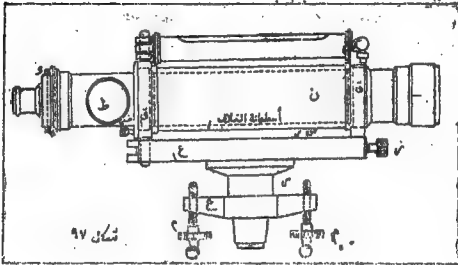
١ ( موازين طراز كوك النديم : وهي ذات منظار قابل للعكس .

٢ ( موازين طراز دمي : وهي ذات منظار غير قابل للعكس ، ويكون إما ذات ميزان تسوية خارجي ، أو ذات ميزان تسوية داخلي ( ميكرومتر ) .

#### ميزان طراز كوك

يتكون من منظار مركب من أسطوانتين مجوفتين من النحاس ، تحرك أحدهما داخل الأخرى بواسطة مسبار التوضييع ( ط ) والغرض منه تطبيق الصورة على حامل اللامرات وفي نهاية الأسطوانة الخارجية مركب كلا من العدسة الشيئية والعدسة العينية ( شكل ٩٧ ) ويوجد داخل هذه الأسطوانة

وقريب من المينة حامل للشمرات (ي) والفرض منه تحديد محور المراتب  
وقراءة القامة وهو مثبت بأسطوانة المنظار بواسطة مسامير صغيرة .



ويرتكز المنظار على طوقين ( ن ب ) موضوعان في نهايتي أسطوانة نحاسية  
مخرقة قطرها أكبر قليلا من قطر المنظار تسمى بالخلاف وبذلك يمكن سحب  
المنظار من هذه الأسطوانة وتغيير موضعه أو إدارته حول محوره به ذلك  
مسمار الربط الخاص وهذه الخاصية تساعد على ضبط هذا النوع من الموازين  
بسهولة . ومركب على المنظار ميزان حسية طول لضبط أفقية محوره والظوفان  
مركبان على قاعدة أفقية ع . متصلة بدورها بالمحور الرأسى ( م ) الذى يثبت  
الميزان في القاعدة المثليه ( ع ) المتصلة بدورها بالركبة بواسطة مسامير التوسيه  
( م ) . ويمكن رفع أحد الطوقين أو خفضه بواسطة حاملتين وهذا الطراز  
غير مستعمل كثيرا نظرا لظهور موازين أحدث وأدق منه .

### ميزان طرفي هبي

وهذا النوع من الموازين يتشابه في التركيب مع ميزان كوك إلا أنه يختلف عنه فيما يأتي :

١ - في هذا الميزان تحصل أسطوانة للتظار إصصا لا تاما بالمحور الرأسى للجهاز ويكون محور التظار موديا على المحور الرأسى لدوران الجهاز وهذا الاتصال من مزاي هذا النوع حيث لا تتأثر هذه الخاصية بكثرة الإستعمال .

٢ - لا يودع منظاره في غلاف كما في ميزان صكوك .

٣ - يتم تطبيق مستوى الصورة على حامل العدسات بواسطة عدسة داخلية .

وينقسم هذا الطراز من الموازين إلى نوعين :

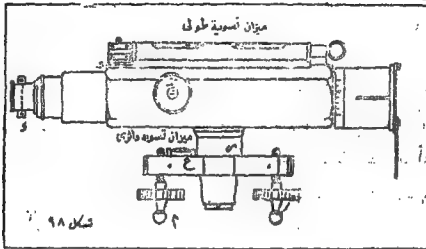
١ - موازين ذات ميزان تسوية خارجية .

٢ - موازين ذات ميزان تسوية داخلية .

#### للميزان ذو التسوية الخارجى :

يتكون من منظار مساحى في أحد طرفيه العدسة العينية ، وفي الطرف الآخر العدسة الشيئية ، وأعلى المنظار يوجد ميزان التسوية الطولى وإحساسا بوجود ميزان تسوية ثانوى يرمبى الشكل متصلا بالقاعدة (ح) . - ويوجد على جانب أسطوانة المنظار مسبار التطبيق (ط) شكل (٩٨) والقاعدة (ح) مثبت بها محور الجهاز الرأسى (م) ، وترتكز على رأس الحامل بواسطة ثلاث مسامير للتسوية (ن) .

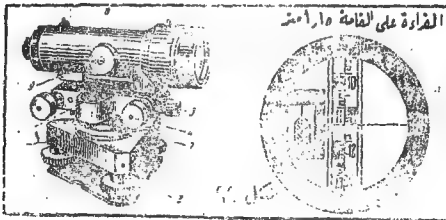




وأحيانا توجد مرآة صغيرة مستوية مثبتة بواسطة مفصلة فوق ميزان الأنسوية الطولي الأساسي لتكسب صورة أفقية حتى يسهل الراصد ضبط الأفقية. قد أن يتحرك أن يغير موضعه بذلك طبعاً من ثبات الجهاز ودقة الرصد.

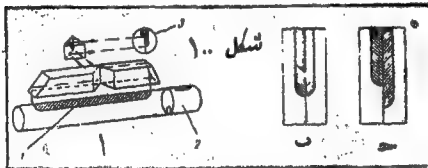
#### الميزان ذو التسوية الداخلية :

يتكون من نفس أجزاء النوع الأول ذو التسوية الخارجية غير أنه يختلف عنه في أنه أكثر دقة ويصوى التغيرات والميزات التالية : شكل (٩٩).



١ - يوجد به دائماً ميزان ثلثية ، لإحداثها دائرى ( ٦ - شكل ٩٩ )  
والآخر طولى داخلى .

٢ - يرى الراسد صورة الفقيعة لميزان التالوية الطولى الداخلى داخل منظار  
صغير مرصكب بجوار العينية أو داخل المنظار الرئيسى ( شكل ٩٩ ) بدون أن  
يتحرك أو يغير من وضعه وتمكس صورة الفقيعة للميزان بواسطة منشورات أو  
مساريا تختلف في تركيبها ، وشكل ( ١٠٠ ) يبين أبسط هذه التركيبات وتظهر  
الفقيعة لميزان التالوية الداخلى منقسمة إلى جزئين متقابلين ويتحرك كل جزء  
عكس الآخر ( شكل ١٠٠ - ٣ ) أثناء ضبط أفقية الجهاز ، وعند ضبط الأفقية  
يظهر الميزان منطبقان على هيئة حرف D متكامل ( شكل ١٠٠ - ب ) .



٣ - يوجد معيار خاص ( ٤ - شكل ٩٩ ) مثبت أسفل العدسة العينية  
يطلق عليه الميكرومتر لضبط الأفقية بواسطة ميزان التالوية الداخلى ويعتعمل  
هذا الميكرومتر لضبط الأفقية عند كل قراءة عقب التوجيه نحو القامة لأنه إذا  
استعملت معامير التالوية في الضبط يتغير بذلك منسوب المستوى الأفقى  
الومى .

مرصكب ميزان التالوية الرئيسى داخل إطار معدنى لحفظه من التأثيرات  
الخارجية وبهذا لا تتأثر حساسية الفقيعة .

### الضبط لأوقات الموازين من طراز ديمى

وهو ما يجب إجراؤه كلما أعد الميزان للرجوع .

ويشمل : ١ - ضبط الأفقية .

ب - التطبيق

#### أولا : ضبط الأفقية

١ - أثناء وضع الجهاز في النقطة المقروضة وضعه بهما نحاول أن نضبط بالتقريب الأفقية بتحريك أرجل الحامل أو برفع أو خفض أحد أرجل الحامل مع ملاحظة فقيمة ميزان التسوية العائرى .

٢ - بواسطة مسامير التسوية الثلاثة نضبط بدقة ميزان التسوية العائرى وأفضل طريقة هي أن نحرك مسارين من مسامير التسوية في نفس الوقت إمسا للداخل أو الخارج معا وذلك لتحرك الفقيمة في اتجاه الخط الواصل بينهما ، ثم نحرك المسار الثالث بمفرده لتحرك الفقيمة في الاتجاه العمودى على الأول .  
( راجع ضبط أفقية اللوحة المستوية ) .

٣ - عند العمل بجهاز من طراز ديمى ذو التسوية الخارجى وبعد الضبط لميزان التسوية العائرى نضبط الميزان بدقة وذلك بأن ندير المنظار بحيث يكون موازيا لإثنين من مسامير التسوية ، ونحرك هذين المسارين معا ببطء جدا إما للداخل أو الخارج إلى أن نرى الفقيمة المستطيلة في المنتصف تماما ، ندير المنظار ٩٠° ونضبط الفقيمة مستعملين المسار الثالث ، نكرر العملية إلى أن نضبط الفقيمة في كلا الوضعين للمنظار وبذا نحصل على خط نظر أفقى طالما أن محور المنظار عمودى على محور دوران الجهاز

؛ — لضبط خط النظر أفقياً وحفظه دائماً أفقياً في حالة استخدام ميزان من طراز دمي ذو تسوية داخلية يلزم التأكد من إنطباق نصف فقيحة ميزان التسوية داخل العينية ، ويتم الضبط بواسطة الميكرومتر إلى أن ينطبق النصفان ، ويجب ضبط ميزان التسوية الداخلى إن وجد عند كل قسراءة للقامة في الوضع الواحد للوزان مع مراعاة عدم استخدام مسامير التسوية إلا في أول الضبط حتى لا يتغير منسوب المستوى الوهمى الأبقى .

#### ثانياً : التطبيق

يسمى أحياناً بتصحيح خطأ الوضع وهذا الخطأ عبارة عن عدم ثبات الصورة تبعاً لتحريك العين في اتجاهات مختلفة ولإختبار هذا الخطأ تحرك العدسة العينية إلى الداخل أو إلى الخارج حتى نرى الفهرات واضحة ثم نحرك العين إلى أعلى أو إلى أسفل فإذا تحركت الفهرات تبعاً لحركة العين فذلك دليل على عدم صحة التعاطيق وبعبارة أخرى عدم وقوع الصورة على حامل الفهرات ونحرك مسامير التطبيق حتى نرى الصورة واضحة .

#### الضبط الدائم للوزان

بجانب الضبط المؤقت فهناك الضبط الدائم للوزان وهو ما يجب لإجراءه عند استلام الميزان من المصنع لأول مرة ، أو إذا أسوأ استعماله ، أو عند استعمال الميزان لفترة طويلة دون صيانة ولكن يكون الميزان مضبوطاً ضبطاً دائماً يجب أن تتوافر به شروط تعمد وتوازى بين المحاور المختلفة فيه .

ومحاور الجهاز الرئيسية هي ثلاث محاور :

١ - **خط الانطباق :** وهذا الخط ناشئ من انطباق خط النظر في الجهاز مع المحور البصرى ، ويعرف خط النظر بأنه الخط الوهمى الواصل بين مركزى العدسة الشيئية ونقطة تقاطع الشعرات ، أما المحور البصرى فهو الخط الوهمى الواصل بين مركزى العدستين الشيئية والصينية .

## ٢ - معور ميزان التسوية الطولى

### ٣ - المحور الرأسى لدوران الجهاز

وسوف نعرض للشروط الدائمة للوازين من طراز دمي فقط . إذ أنها هى الشائعة الاستعمال .

### الشروط الدائمة لضبط ميزان دمي

فى الموازين من طراز دمي فقط يجب أن يتوافر دائما الشروطان الآتيان :

١ - تمامد محور ميزان التسوية على المحور الرأسى للجهاز .

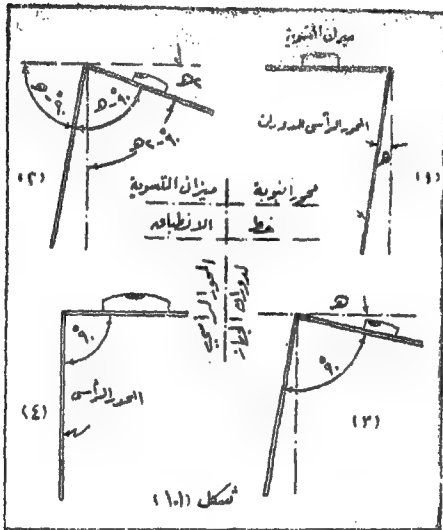
٢ - تمامد خط النظر على المحور الرأسى لدوران الجهاز .

وفى ما يلى سنبين كيفية التحقيق من هذه الشروط وكيفية إجراء الضبط :

### أولا - تمامد محور ميزان التسوية الطولى على المحور الرأسى للجهاز

يجب أن يرسم محور ميزان التسوية مستوى أفقى عندما يدار المنظار حول المحور الرأسى . ولإختبار ذلك الشرط نثبت أرجل الميزان بالأرض وضبط ميزان التسوية الطولى ضبطاً مؤقتاً — ثم يدار المنظار حول المحور الرأسى  $١٨٠^\circ$  — فإذا

كان المحوران متامدان ظللت القيمة في منتصف مجراها - وإلا فإنها تنحرف  
بمقدار يعادل ضعف الخطأ الموجود في تمام المحورين ويسمى هذا الخطأ بالخطأ  
الظاهري وهو ضعف الخطأ الحقيقي شكل (١٠١ - ٢٠١)



ولتصحیح ذلك نرفع أو نخفض محور ميزان الآسوية بالمقصاة المثبتة  
بجانبه حتى تعود القيمة إلى نصف عدد التقاسيم التي اشراقها هذا يعادل نصيب

الخطأ الظاهري أى قيمة الخطأ الحقيقى ، ثم تضبط الأفقية بواسطة مسامير  
الأسوية حتى تكون الفقيعة فى المنتصف شكل ( ١٠١ - ١٠٢ ، ٤ ) .

#### ١٠١ - تعمد خط النظر على المحور الرأسى لدوران الجهاز

معنى هذا الشرط هو ( تطابق خط النظر على المحور البصرى للنظام لينشأ  
خط ( تطابق عمودى على المحور الرأسى لدوران الجهاز ) .

ويتم تحقيق هذا الشرط بطريقة الوترين كالتالى :

١ - يوضع الميزان فى منتصف مسافة  $a$  ، وليكن فى  $h$  وثابت ومدنى  
كل من  $a$  ،  $b$  مع جعل  $b$  حوالى ١٠٠ مترا وعلى كل منها نضع قامة رأسية  
أماما - ويضبط الميزان ضبطا مؤقتا ( الأفقية والتطبيق ) وتؤخذ القراءتين  
على القامتين الرأسيتين الموضوعتين فى  $a$  ،  $b$  ولتكن  $a$  ،  $b$  ، ( شكل ١٠٢ )  
والفرق الحقيقى بين منسوبى النقطتين  $a$  ،  $b$  هو الفرق بين القراءتين  $a$  ،  $b$  ،  
- سواء كان غلط النظر أفقيا أو مائلا - حيث أن الخطأ متساوى على كل  
القامتين لأن الميزان فى منتصف المسافة بينهما .

٢ - لنقل بالميزان قريبا إلى أحد الوترين (١) أو (ب) ولتكن (١)  
مثلا ويكون الميزان قريبا إلى حد يمكن منه القراءة على القامة  $a$  بسهولة - وبعد  
ضبط الأفقية والتطبيق تؤخذ القراءتين على كلا من القامتين القريبة والبعيدة  
ولتكن  $a$  ،  $b$  ويحسب الفرق بين القراءتين فإذا تساوى مع الفرق فى الوضع  
الأول أى كان :





رأسياً عند نقطتين ١، ب وكانت قراءة القامة عند ١ = ١٢٦٧٥ مترأ وقراءة القامة عند ب = ١٢٣٨٢ - ثم رفع الميزان ووضع قريباً من النقطة (١) وكانت قراءة القامة على ١ = ١٢٥٩٠ مترأ وقراءة القامة على ب = ١٢٣١٧ متراً . تحقق من وقوع تقاطع الشعرات على المحور البصرى ، ثم لادرس الشكل الذى يبين خط النظر فى الحالتين وعين قراءة القامة الصحيحة على ب فى الحالة الثانية .

### العمل

الفرق الحقيقى بين ١، ب = ١٢٦٧٥ - ١٢٣٨٢ = ٢٢٩٣ مترأ .

الفرق بين قراءتى القامة عند ١، ب فى الحالة الثانية = ١٢٥٩٠ - ١٢٣١٧ = ٢٧٧٣ مترأ .

وحيث أن الفرق غير متساوى فى الحالتين فإن نقطة تقاطع الشعرات لا تقع على المحور البصرى .

النقطة ب أعلا من النقطة ١ بمقدار ٢٢٩٣ مترأ .

قراءة القامة الواجبة على ب فى الحالة الثانية = ١٢٥٩٠ - ٢٢٩٣ .

= ١٢٣٩٨ مترأ .

لذا يجب تغيير وضع حامل الشعرات حتى تقرأ القامة على ب القراءة ١٢٣٩٨ متر فى الحالة الثانية . ويتم ذلك بفك مسامير حامل الشعرات وتحريك حامل الشعرات حتى تقرأ العمرة الوسطى على القامة عند القراءة المذكورة .

## أقسام الميزانية

تنقسم الميزانية العادية من حيث الغرض إلى تستخدم من أجله إلى :

١ - الميزانية الطولية : وتجرى في الاتجاه الطولي لمشاريع الطرق والترح والمصارف لتعيين مناسيب نقط محاورها المختلفة ، ويعرف الشكل الذي يبين مناسيب هذه النقاط بالقطاع الطولي ، وأحيانا تجرى هذه الميزانية لتعيين منسوب نقطة معينة فقط بغرض النظر عن النقاط المتوسطة وتسمى هذه العملية حينئذ بعملية مساواة ميزانية والغرض الأساسي منها هو تعيين مناسيب نقط ثابتة وليس لعمل قطاع طولي .

٢ - الميزانية العرضية : وتجرى في الاتجاه العرضي لأتبع والمصارف والطرق السريعة العريضة ويعرف الشكل الذي يبين نقطها بالقطاع العرضي .

٣ - الميزانية الشبكية : تجرى في الاتجاهات الطولية والعرضية مما لتحديد وإظهار طوبوغرافية منطقة معينة من سطح الأرض وعمل خريطة كنتورية لها بمعلومات الميزانية الشبكية ، وفيها تحدد مناسيب عدة نقط متفرقة في المنطقة بطرق مختلفة - سوف تعرض لها بالتفصيل في هذا الباب .

## أولا : الليزانية الطولية

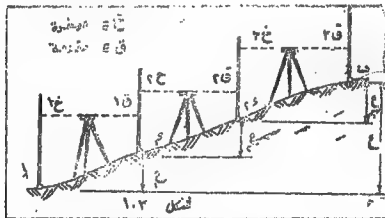
### تعين منسوب نقطة

المعلوم منسوب نقطة مثل (١) شكل (١٠٣) - والمطلوب إيجاد منسوب نقطة أخرى مثل (ب). ولإجراء ذلك نقسم المسافة بين ١، ب إلى مسافات مناسبة (حوالي من ٦٠ إلى ١٠٠ م) ثم نقيس فرق الارتفاع الكلي (ع) + ع<sub>١</sub> + ع<sub>٢</sub> + ع<sub>٣</sub> كافي الشكل باستخدام الميزان والقامة .

وتجمع هذه الفروق لتعطينا فرق الارتفاع الكلي ع - وهو عبارة عن فرق للمنسوب بين ١، ب ويمكن ترتيب العمل كالآتي :

١ - نقف بالميزان في منتصف المسافة بين (١) ، (و) ، تقريبا ثم يضبط اليزان أفقيا :

٢ - نضع قامة رأسية في (١) ونوجه عليها المنظار ونأخذ قراءة الفكرة



الوسطى وتسمى خ، وذلك بعد التأكد من أفقية ميزان التسوية الداخلي ، وتسمى هذه القراءة مؤخرة .

٢ - تنتقل القسامة من  $z$  إلى نقطة  $g$  ، وتضبط في وضع رأسى وتدير المنظار ويوجه نحو القامة في  $(و١)$  ، ويجب فقط ضبط ميزان التآدية الماخلى مع عدم تغير وضع مسامير التآدية وإلا فقد انسا المستوى الأفقى الوهمى الذى يحدد خط النظر الأول وتؤخذ القراءة الجديدة وتسكن  $ق١$  وتسمى هذه القراءة مقدمة .

٤ - نحسب فرق القراءتين بين  $١$  ،  $و$  وهو البعد الرأسى  $ح١$  .

$$ح١ = خ١ - ق١ .$$

• - لتنتقل بالميزان إلى نقطة في منتصف المسافة بين  $(و١)$  ،  $(و٢)$  ويضبط في هذا الوضع الثانى ، وفى هذه الأثناء تدير القامة فقط ولا تحركها من مكانها لتواجه الميزان في وضعه الجديد ، تسمى مثل هذه النقطة دوران . إذ أننا أخذنا قراءتين للقامة في نفس مكانها والقراءة الأولى قبل دوران القامة عبارة عن مقدمة الوضع السابق . القراءة الثانية أخذت بعد دورانها لتواجه الميزان في وضعه الجديد . وهى عبارة عن مؤخرة الوضع الجديد .

٦ - بعد ضبط الأفقية الداخلية نقرأ القامة في  $(و)$  وتسمى  $خ٢$  ، ثم ننقل القامة إلى  $(ع)$  وتدير المنظار ونعين القراءة في  $(و٢)$  وتسمى  $ق٢$  وتكون :

$$ح٢ = خ٢ - ق٢$$

٧ - نكرر العمل حتى نكون آخر قراءة للقامة عند نقطة  $(ب)$  .

$$ح = منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة .$$

$$ب - ١ = ح١ + ع١ + ع٢ + ع٣ =$$

$$(خ١ + خ٢ + خ٣) - (ق١ + ق٢ + ق٣)$$

أى أن :

الفرق بين منسوب آخر نقطة ومنسوب أول نقطة  
== مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات

... (٤٤)

٨ - لتحقيق العمل تصاد الميزانية من نقطة النهاية في الاتجاه العكسي حتى  
نقطة الروبير .

٩ - وإذا كان يوجد روبير قريب من ب يمكن تسكلة الميزانية إليه بدلا من  
العودة إلى أ .

١٠ - يكون العمل المختل صحيحا إذا كان منسوب الروبير المستقج هو  
نفسه منسوب الروبير المكتوب في حدود الخطأ المسموح به .

الخطأ المسموح به بالملي متر = ثابت  $\sqrt{\text{طول الميزانية بالكيلومتر}}$

... (٤٥)

الخطأ المسموح (مم) =  $\sqrt{\text{ث}} \text{ كم}$

وفي الميزانية النقيقة (الدرجة الأولى) تؤخذ ث = ٥

وفي الميزانية العادية ث = ١٠

أما في القطاعات الطولية ث = ٢٠

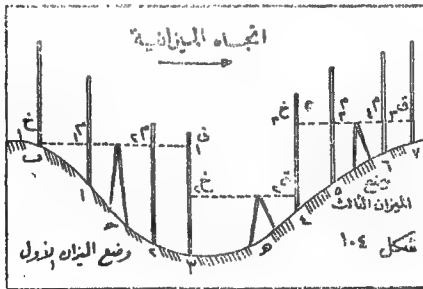
فإذا كانت المسافة بين أ ، ب = ٤ كم فيكون الخطأ المسموح به مساويا .

$$\sqrt{٧٠} \text{ كم} = ٤٠ \text{ مم} = ٤ \text{ سم}$$

وفي معظم الأحيان تؤخذ قراءات متوسطة بين أى مؤخرة ( أى أول قراءة تأخذ على القسامة بعد ضبط الجهاز أفقيا في الوضع الجديد ) ومقدمة ( أى آخر قراءة تأخذ على القامة في الوضع الواحد وينقل الجهاز بعدها ) وذلك بدون نقل الميزان وترصد هذه النقطة بعد المؤخرة مباشرة وقبل المقدمة وبذا تكون أنواع القراءات على القامة هي :

- أى قراءة بعد وضع الميزان مباشرة تسمى مؤخرة خ
- آخر قراءة قبل نقل الميزان تسمى مقدمة ق
- أى قراءة أخرى في الوضع الواحد للميزان تعتبر قراءة متوسطة م

وفي شكل (١٠٤) نحدد أن القراءة الأولى عند النقطة ب تعتبر مؤخرة خ، والقراءة عند النقطة (٣) عبارة عن ق، مقدمة الوضع الأول للميزان والنقطتين (١) ، (٢) على كل منها قراءة متوسطة ونحدد أن القراءة على القامة عند نقطة (٣) من الوضع الثاني للميزان هي مؤخرة خ، وبالمثل القراءة (٤) من الوضع الثاني



الميزان هي مقدمة قم في حين أن القراءة على نفس القامة من الوضع الثالث هي مؤخرة الوضع الجديد . وبذا تكون النقط (٣) ، (٤) نقط دوران والقراءات عند (١) ، (٢) ، (٥) ، (٦) متوسطات ، وأول قراءة على محور الميزانية مؤخرة وآخر قراءة على المحور مقدمة .

### طرق لتكوين الميزانية

للتبيل العمل الحسابي خاصة عندما يكون عدد نقط الميزانية كبير يمكن إتباع طرق خاصة لتدوين النتائج وحساب المناسيب في صورة جدولة عامة .

وهناك طريقتان أساسيتان .

١ - طريقة سطح الميزان .

٢ - طريقة الارتفاع والانخفاض ( فرق الارتفاع )

#### ١ - طريقة سطح الميزان

وتعتمد هذه الطريقة على إيجاد منسوب السطح الأفقي الوهمي الناتج من دوران خط الانطباق الأفقي حول المحور الرأس ، ويطلق عليه منسوب سطح الميزان ثم بحسب مناسيب النقط المختلفة التي أخذت قراءتها من ٥. — لذا السطح يطرح قراءة القامة الموضوعة فوق النقطة من منسوب سطح الميزان ، والمثال الآتي يوضح الطريقة وإيجاد المناسيب للنقط المختلفة .

#### مثال

السكري المغطى في شكل (١٠٥) يبين قراءات القامة من عدة أوضاع مختلفة





الوضع فلتسجل في خاتمه المقدمات في السطر التالي على النقطة الثالثة .

د - أول قراءة أخذت من الوضع التالى للبيان ( ١١ ) كانت على القامه  
الموضعه عند نقطه (٣) أيضا ( نقطة الدوران ) ، وهذه القراءة هى مؤخره  
الوضع الجديد وتسجل في خاتمه المؤخرات في نفس السطر التالي على النقطة  
الثالثة .

هـ - يكرر العمل لباقي القراءات وتسجل المتوسطات في الجاهه الخاصه  
بها ، مع مراعاة أنه عند نقطه الدوران تكون هناك دائما قراءتان ، الأولى مقدمه  
الوضع السابق ، والثانيه مؤخره الوضع اللاحق ، كما يلاحظ أيضا أن آخر قراءة  
تسجل دائما في خاتمه المقدمات في السطر التالي على آخر نقطه .

وبهذا يمكن تسجيل النتائج للبيزاييه الميئه في شكل (١٠٥) حسب الأسس

السابقه في الجدول التالى:

النقطة	مؤخره	متوسطه	مقدمه	سطح الميران	منازيب	ملاحظات
١	٢٢٦٠			(٥٩٢٠٠)	(٥٦٢٤٠)	النقطة المعلومه
٢		٢٢٤٠			(٥٦٢٦٠)	
٣	٢٢١٠		٠٢٢٥	(٦٠٢٧٥)	(٥٨٢٦٥)	نقطة دوران
٤		٢٢٥٠			(٥٨٢٢٥)	
٥	١٢٠٥		١٢٦٤	(٥٨٢١٦)	(٥٧٢١١)	
٦		١٢٣٠			(٥٦٢٨٦)	
٧			١٢١٥		(٥٧٢٠١)	
Σ	٥٢٧٥	٦٢٢٠	٥٢١٤		٤٠٠٢٨٨	

ولحساب مناسيب النقط في الجدول أبعنا الآتي :

١ - أضيفت قراءة القامة عند نقطة (١) (الانقطة للمعلومة) على منسوب هذه النقطة حصلنا على منسوب سطح الميزان في الوضع الأول .

٢ - من هذا المنسوب طرحنا قراءة القامة عند النقطة الثانية حصلنا على منسوب هذه النقطة ، ثم طرحنا قراءة القامة عند النقطة الثالثة من مذوب سطح الميزان حصلنا على منسوب هذه النقطة ويجب أن نوضع المناسيب بين قوسين للتعرف عليها بينما نوضع القراءات بدون أقواس .

٣ - يمثل ما أتبع في الوضع الأول للميزان حصلنا على منسوب سطح الميزان في الوضع الثاني وذلك بإضافة مؤخره هذا الوضع ( القراءة الجديدة من الميزان في وضعه الجديد على نفس القامة الموضوعه في نقطة ٣ ) إلى منسوب ( ٣ ) ومن هذا المنسوب حصلنا على مناسيب النقط (٤) ، (٥) وهكذا . ولتحقيق العمل الحسابي عند حساب المناسيب للنقط المختلفة يمكن استخدام المعادلة (٤١) ومن الجدول منسوب آخر نقطة = مذوب أول نقطة = ٥٧٥ - ٥٦٤٠

$$= ٥٦١$$

$$Z \text{ المؤخرات } = Z \text{ المقدمات } = ٥٦٥ - ٥١٤$$

$$= ٥٦١$$

كما يجب مراعاة أن عدد المؤخرات في الجدول يساوي عدد المقدمات .

وللاحظ أيضاً أن عدد القراءات الكلية للأخوذة في الميراثية يساوي عدد نقط الميراثية مضافاً إليه عدد نقط الدوران ففي المثال عدد القراءات المختلفة كان تسعة وكانت نقط الميراثية سبعة وعدد نقط الدوران اثنين . وللاحظ أنه بالمعادلة ( ٤٤ ) يمكن التحقيق فقط من مناسيب نقط الدوران ومنسوب أول نقطة

ومنسوب آخر نقطة . أما مناسيب النقط التي كانت قراءة القسامة عندها متوسطات فلم تدخل في الحساب لذلك تستخدم المعادلة الآتية كتحقيق آخر .

$$\begin{aligned} & \text{مجموع مناسيب النقط المختلفة عند أول نقطة} + \text{مجموع المقدمات} \\ & + \text{مجموع المتوسطات} = \text{المجموع الجبري لحاصل ضرب مناسيب} \\ & \text{سطح الميزان في عدد مرات إستخدامها لإيجاد مناسيب نقط} \\ & \text{جديدة} \end{aligned} \quad (٤٦) \dots$$

ومن الجدول :

$$\begin{aligned} & \text{الطرف الأيمن للمعادلة} = (٥٦٢٤٠ - ٤٠٠٨٨١) + ٥٨١٤ \\ & + ٣٥٥٨٢ = ٦٢٢٠ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{الطرف الأيسر للمعادلة} = ٢ \times ٥٩٠٠ + ٢ \times ٦٠٧٥ \\ & + ٣٥٥٨٢ = ٢ \times ٥٨١٦ \end{aligned}$$

٢ — طريقة فرق الارتفاع

(الارتفاع والانخفاض)

في هذه الطريقة يمكن إيجاد منسوب نقطة لاحقة من منسوب نقطة سابقة معلوم وذلك بإضافة فرق الارتفاع بين هاتين النقطتين جبرياً إلى منسوب النقطة المعلومة . ففي شكل (١٠٥) إذا كانت النقطة المعلومة هي نقطة (١) وكانت القراءة عندها هي ح<sub>١</sub> والنقطة المطلوب حساب منسوبها هي (٢) والتي كانت قراءة القامة عندها ح<sub>٢</sub> فإن منسوب نقطة (٢) يتمين كاليلي :

$$\text{منسوب النقطة اللاحقة} = \text{منسوب النقطة السابقة} \quad (١٧) \dots$$

$$= (ع - ١, ع)$$

وللاحظ أيضا من شكل (١٠٥) أن النقطة (٢) اللاحقة أعلى من النقطة السابقة (١) ، وفي نفس الوقت لاحظ أن ع أكبر من ح . وعليه فإن الفرق بين ع ، ع يكون موجب ويطلق عليه في هذه الحالة ارتفاع النقطة اللاحقة عن السابقة .

أما إذا قلنا (٤) ، (٥) في نفس الشكل فنجد أن النقطة اللاحقة (٥) أعلى من النقطة السابقة (٤) في حين أن ح أقل من ع ، أي أن الفرق بين ع ، ع يكون سالب ويطلق عليه في هذه الحالة انخفاض النقطة اللاحقة عن السابقة .

وبذلك فإذا كانت قراءة القامة عند النقطة اللاحقة أكبر من قراءتها عند النقطة السابقة تكون النقطة اللاحقة أعلى من النقطة السابقة بمقدار يساوي الفرق الممدى بين القراءتين . وبذا يكون منسوب النقطة اللاحقة مساويا لمنسوب النقطة السابقة مطروحا منه مقدار الانخفاض .

أما إذا كانت قراءة القامة عند النقطة اللاحقة أقل من القراءة عند النقطة السابقة ، تكون النقطة اللاحقة أعلى من السابقة بمقدار الفرق الممدى بين القراءتين ، ويكون منسوب النقطة اللاحقة مساويا لمنسوب النقطة السابقة مضافا إليه مقدار الارتفاع .

ولتنظيم العمل الحسابي تدون القراءات سواء كانت مؤخرات أو متوسطات أو مقدمات مثلما سبق في جدول مكون فيه خاتمين لإحداها لبيان مقدار

الإرتفاع والآخرى لبيان مقدار الإنخفاض ( وذلك بدلا من منسوب سطح  
الميزان في الطريقة السابقة ) ويجب التنويه هنا إلى أن المقارنة بين النقط وبعضها  
( لاحقة وسابقة ) يكون في الوضع الواحد للميزان ولا تقارن أبدا قراءات من  
أوضاع مختلفة للميزان .

مثال :

للقراءات المبينة في شكل (١٠٥) أوجد مناسيب النقط المختلفة بطريقة  
الارتفاع والإنخفاض إذا كان منسوب أول نقطة هو ٥٦٢٤٠ متر .

### الحل

ملاحظات	مناسيب	إنخفاض -	إرتفاع +	مقدمة	٢ ١	٣ ٢	٤ ٣
النقطة المعلومه	٥٦٢٤٠					٢٢٦٠	١
	٥٦٢٦٠		٠٢٠		٢٢٤٠		٢
نقطة دوران	٥٨٢٦٥		٢٠٠٥	٠٢٢٥		٢٢١٠	٣
	٥٨٢٢٥	٠٢٤٠			٢٢٥٠		٤
نقطة دوران	٥٧٢١١	١٢١٤		٣٢٦٤		١٢٠٥	٥
	٥٦٢٨٦	٠٢٢٥			١٢٣٠		٦
	٥٧٢٠١		٢١٥	١٢١٥			٧
		١٢٧٩	٢٢٤٠	٥٢١٤		٥٢٧٥	٨

ويمكن تحقيق العمل الحسابي في طريقة فرق الارتفاع باستخدام المعادلة (٤٤) . ولتحقيق حساب مناسيب نقط المتوسطات لستخدام المعادلة التالية :

$$(٤٨) \quad \boxed{\begin{aligned} \text{ج الارتفاعات} - \text{ج الإنخفاضات} &= \text{منسوب آخر نقطة} \\ - \text{منسوب أول نقطة} \end{aligned}}$$

فن الجدول :

$$\text{ج الارتفاعات} - \text{ج الإنخفاضات} = ٢٢٤٠ - ١٥٧٩ = ٠.٦٦$$

$$\text{ج المؤخرات} - \text{ج المقدمات} = ٥٧٥ - ٥١٤ = ٠.٦١$$

$$\text{منسوب آخر نقطة} - \text{منسوب أول نقطة} = ٥٧.٠١ - ٥٦.٣٥ = ٠.٦٦$$

$$\text{عدد المؤخرات} = \text{عدد المقدمات}$$

$$\text{عدد القراءات الكلية} = \text{عدد نقط الميزانية} + \text{عدد نقط الدوران}$$

$$٩ = ٧ + ٢$$

ومن هذا يتضح صحة ترتيب الجدول وصحة حساب المناسيب فيه .

حساب المناسيب للنقاط اذا كانت النقطة المأومة للنسوب ليست هي النقطة الأولى .

فد تجرى في بعض الأحيان ميزانية لا تبدأ من نقطة معلومة المنسوب ، وتكون النقطة المأومة المنسوب إحدى نقط الميزانية أو آخر نقطة في الميزانية ، وسنبين طريقة حساب المناسيب في هذه الحالة بالأمثلة الآتية :

## أمثلة محلولة

### مثال (١)

أدخلت القراءات التالية في ميسرارية طولية بفرض تعيين مناسيب النقاط المختلفة فكانت :

١٠١ - ٢٠١ - ١٠٩ - ١٧٠ - ١٥٠ - ١٨٠ - ٢٠٣ - ٢٢٠

٢٢٤ - ٢٠٠ - ١٣٠ - ٢٤٠ - ٢٧٠

فإذا كان الميزان قد نقل بعد النقطة الثانية والرابعة والسادسة وكان منسوب النقطة الرابعة هو (١٠٠) مترا ، عين مناسيب النقاط على طول محور الميواينة بطريقة الإرتفاع والإنخفاض .

### الحل

حيث أن الإزدان قد نقل بعد النقطة الثمانية والرابعة والسادسة فإن هذه النقاط تكون نقط دوران ، وعلى ذلك يرب الجدول على هذا الأساس بحيث يكون عند النقاط المذكورة قراءتين دائما مقدمة الوضع السابق ومؤخرة الوضع اللاحق :

وفي هذا النوع من المسائل عندما لا يعرف منسوب أول نقطة - نبتدىء في الجدول بتعيين مناسيب النقاط التالية للنقطة المعلومة المنسوب بالطريقة العادية أى يوجد مناسيب النقاط الخامسة والسادسة والسابعة والثامنة والتاسعة والعاشرة ، ومن آخر نقطة . ثم نفرض أن منسوب النقطة الأولى هو من ويستخرج بدم

المعادلة (٤٤) (معادلة التحقيق) نجد أن :

مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = آخر نقطة - أول نقطة

$$٨٧٠ - ٩٥٠ = ٩٣٠ - س$$

$$س = ٩٣٠ + ٨٧٠ = ١٠٢٠$$

ثم بدأ في تعيين مناسيب النقاط الثانية والثالثة والتحقيق تعين منسوب النقطة الرابعة ويجب أن يكون ( ١٠٢٠ ) وهذا يتبر بحقيقة حسابيا لصحة العمل وكتحقيق آخر استخدم المعادلة (٤٨) ومن الجدول نجد أن مجموع الارتفاعات - مجموع الانخفاضات = ٢٥٠ - ٣٨٠ = - ١٣٠ وهذا يساوى الفرق بين منسوب آخر نقطة ومنسوب أول نقطة .

الارتفاعات	قرارات القائمة			ارتفاع	انخفاض	منسوب النقطة	ملاحظات
	خ	م	ق	+	-		
١	١٠١٠					١٠٢٠	
٢	١٠٩٠		٢٠١٠		١٠٠	٩٠٦٠	
٣		١٠٧٠		٠٢٥		٩٠٨٠	
٤	١٠٨٠		١٠٥٠	٠٢٥		١٠٢٠	معلومة
٥		٢٠٣٥			٠٢٥٠	٩٥٠	
٦	٢٠٤٠		٢٠٢٠		٠٢٩٠	٨٦٠	
٧		٢٠٠٠		١٠٤٠		١٠٢٠	
٨		١٠٣٠		٠٢٧٠		١٠٧٠	
٩	٢٠٤٠				١٠١٠	٩٠٦٠	
١٠			٢٠٧٠		٠٢٣٠	٩٠٣٠	
	٨٢٢٠		٩٥٠	٢٥٠	٢٠٨٠		



### مثال ٢ :

أخذت القراءات الآتية على محور مشروح بقصد عمل قطاع طولى له فكانت :

٢٨٠ - ١٩٠ - ٢٣٠ - ٧٠ - ٤ - ١٤٠ - ٢٠٠ - ٢٢٠ - ٢٥٠ -

١٧٠ - ٢٣٠ - ٢١٠ - ٢٩٠ - ٢٢٠

فإذا كان الميدان قد نقل بعد النقطة الثالثة والسادسة والسابعة ، بين في جدول مناسيب النقط المختلفة بطريقة الإرتفاع والإنخفاض علما بأن منسوب آخر نقطة هو (١٥٥٠) متر

### الحل

بعد ترتيب الجدول ووضع القراءات المختلفة للقائه في أماكنها — نفرض أن منسوب النقطة الأولى هو س ، وباستخدام قانون التحقيق المنساب (معدله ٤٤) نجد أن :

$$\text{مجموع المؤخرات} = ٩٩٠$$

$$\text{مجموع المقدمات} = ٩٤٠$$

$$\text{منسوب آخر نقطة} = ١٥٥٠ ، \text{منسوب أول نقطة} = س$$

$$\therefore س = ١٥٥٠ - ٥٠ = (١٥٥٠) \text{ مترا .}$$

ثم يبدأ في تعيين مناسيب النقطة الثانية والثالثة وهكذا حتى النقطة الأخيرة ويجب أن يكون (١٥٥٠) وهذا يتم تحقيقا حسابيا لصحة العمل (انظر الجدول).

المناسيب النقط	ارتفاع	قراءات القامة			النقطة
		-	+	ق	خ
١٥٢٠٠					٢٢٤٠
١٥٢٥٠	-٢٥٠			١٢٩٠	
١٥٢١٠	-٢٤٠			٢٢٢٠	٢٢٧٠
١٦٢٤٠	-١٢٣٠			١٢٤٠	
١٥٢٨٠	-٢٦٠			٢٢٠٠	
١٥٢٦٠	-٢٢٠			٢٢٢٠	٢٢٥٠
١٦٢٤٠	-٢٨٠			١٢٧٠	٢٢٣٠
١٥٢٦٠	-٢٨٠			٢٢١٠	
١٥٢٨٠	-٢٨٠			٢٢٩٠	
١٥٢٥٠	-٢٣٠			٢٢٢٠	
				٩٢٤٠	٩٢٩٠

مثال ٣

أخذت ميزانية على محور مشروع بغرض إيجاد مناسيب النقط المختلفة فكانت القراءات على القامة كما يلي :

$$\begin{aligned}
 & ٢٢٩٨ - ١٢٢٤ - ٢٢٤٨ - ٢٢٥٤ - ٢٢١١ - ١٢٧٧ - ٢٢٦٨ - ٢٢٨٦ - \\
 & ١٢٢٢ - ٢٢٥٦ - (٢٢١٨) - ٢٢٥٠ - (٢٢٦٤) - ١٢٢٢ - ٢٢١١ - \\
 & ٢٢٢٤ - (٢٢٢٤) - ٢٢٥٠
 \end{aligned}$$

فإذا علم أن الأرض كانت تتحدو في اتجاه واحد ابتداء من النقطة الأولى وحتى النقطة الثامنة ثم أخذت طبيعة الأرض في التغير بعد ذلك ، وأن القراءات بين الأقواس في الجزء الأخير من الميزانية مؤخرات وكان منسوب النقطة الرابعة

(٤٨-٤) فأوجد في جدول ميزانية كامل وبطريقة سطح الميزان مناسب النقط المختلفة مع تحقيق العمل الحسابي .

### الحل

حيث أن الأرض تنحدر في اتجاه واحد بانتظام فإن قراءات القامة في الوضع الواحد للميزان أما أن تلتصق تدريجيا أو تتزايد تدريجيا ، وعندما تتغير فجأة قراءات القامة بالزيادة أو النقصان فهذا دليل عن تغير سطح الميزان لوضع جديد تكون القراءتان المتتاليتان التي حدثت فيها التغير الفجائي أحدهما مقدمة الوضع السابق والآخر مؤخرة الوضع الجديد ، وبذلك يمكن إستنتاج أوضاع الميزان المختلفة بنفس الطريقة كما هو مبين بالجدول حتى نصل إلى النقطة التسامنة ، بعد ذلك ترتب بقى قراءات الميزانية بحيث تكون القراءتان بين الأقواس مؤخرات ، ثم يبدأ من النقطة الرابعة المعلوم منسوبها ويوجد مناسب النقطة التالية حتى آخر نقطة . ومن المعادلة (٤٤) يمكن إستنتاج منسوب أول نقطة والتي تستمر منها في إيجاد مناسب النقاط (٢) ، (٣) وكذلك منسوب (٤) من جديد لتحقيق . وقد أستنتج منسوب سطح الميزان الذي تقع النقطة الرابعة ضمن نقطة وذلك بإضافة القراءة عند النقطة (٤) — وهي متوسطة وقدرها ٢٠١١ — إلى منسوب النقطة وكتب سطح الميزان أمام مؤخرة هذا الوضع ومنه أستنتجت مناسب النقط ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ . وهكذا بالنسبة لباقي أوضاع الميزانية التالية حتى النقطة الأخيرة . ومن الجدول نجد أن منسوب النقطة الأخيرة هو ( — ٢٧٠ ) . وباستخدام المعادلة (٤٤) فإن :

$$١٥٥٤١ - ٩١٨ = - ٢٠٣٧ - س$$

$$س = ٨٠٧٣ -$$

ملاحظات	منسوب	سطح الميران	مقدمة	متوسطة	مؤخرة	النقطة
مطومة	٨٠٧٣ -	٥٠٧٥ -			٢٠٩٨	١
	٧٠٠٩ -			١٠٣٤		٢
	٦٠٢٣ -	٢٠٩٩ -	٠٠٤٨		٢٠٥٤	٣
	٤٠٨٠ -			٢٠١١		٤
	٤٠٤٦ -			١٠٧٧		٥
	٢٠٢٧ -	٠٠٤٩ +	٠٠٦٨		٢٠٨٦	٦
	٠٠٧٢ -			١٠٢٢		٧
	٠٠٠٧ -	٢٠١١ +	٠٠٥٦		٢٠١٨	٨
	١٠٢٩ -	٠٠٧٥ -	٢٠٥٠		٠٠٦٤	٩
	١٠٩٧ -			١٠٢٢		١٠
	٢٠٨٦ -	١٠٥٢ -	٢٠١١		٢٠٢٤	١١
	٢٠٢٧ -		٠٠٨٥			١٢
	٤٥٠٠٧		٩٠١٨	٧٠٦٦	١٥٠٥٤	٣

ومنها أوجدنا منسوب النقطة (٢) ، (٣) ثم (٤) للتحقيق ، ولتحقيق من حساب التناسب بالمعادلة (٤٦) نجد أن الطرف الأيمن يكون مساويا .

$$١٩٥٠ - ٤٥٠٧ - (٨٠٧٣ -) + ٩٠١٨ + ٧٠١٦ = ١٩٥٠$$

والطرف الأيسر يكون مساويا

$$- ٢ \times ٥٠٧٥ - ٣ \times ٢٠٩٩ + ٢ \times ٠٠٤٩ + ١ \times ٢٠١١$$

$$- ٢ \times ٠٠٧٥ - ١ \times ١٠٥٢ = ١٩٥٠$$

وهذا يؤكد على صحة العمل الحسابي

### تشكيل القطاعات الطولية

من أهم أغراض الميزانية هو الحصول على القطاعات أى الحصول على شكل تدرجات سطح الأرض وتمثيلها بخط معين مستقيم أو منحني على خريطة وذلك بتعيين مناسب نقط معينة على هذا الخط والمسافات بينها.

ويمكن أن يعرف القطاع الطولى بأنه عبارة عن ناتج الميزانية الطولية التى تهرى عادة على محور مشروح هندسى مثل طريق زراعى أو جسر سكة حديد أو زرع أو مصرف ، وتوقع هذه النتائج بالنسبة لقطاع الطولى .

وعادة تبدأ الميزانية من روبير أو أى نقطة معلوم مشروها . حيث تكون قريبة من نقطة ابتداء القطاع ، ويمكن معرفة ذلك من الخرائط الخاصة لتلك المنطقة ، ثم تسلسل الميزانية حتى أول القطاع .

وبعد ذلك يبدأ الرصد على القسامات المرشحة فوق نقط القطاع المختلفة وكذلك المسافات بينها . وينتهى العمل حتى آخر نقط القطاع ، ويستحسن الإستمرار فى سلحة الميزانية بعد الوصول إلى آخر القطاع حتى أقرب روبير وذلك بأخذ مؤخرات ومقدمات فقط ، ومقارنة النسوب الناتج لهذا الروبير من حساب الميزانية بنسوب المدن بنقتر الروبيرات التى تخرجها مصلحة المساحة فيجب أن يلصاوى النسوبان أو لا يتعدى الفرق بينها القيمة :

$$\text{الخط المسموح بالك} = \sqrt{10} \text{ طول الميزانية بالك} \quad \dots (٤٩)$$

وفى حالة تميز الوصول إلى أقرب روبير من النقطة الأخيرة لقطاع فيمكن

تحقيق صحة العمل بإعادة الميزانية في اتجاه عكسي لتحقيق من صحة القراءات  
والتناسب .

وبلاحظ أن طريقه التدوين والحساب لا تختلف عما سبق إلا بإضافته عمود  
في الجدول تدون به المسافات بالأمطار بين النقاط وذلك بالنسبة لأول  
المشروع :

ولرسم القطاع تأخذ خاتم المسافات والتناسب وتعتبر أحدهما المحور السيني  
وهو المسافات دائماً ، والمحور العكسي وهو التناسب ، ونظراً لأن المسافات  
الأفقية طويلة جداً إذا قورنت بفروق التناسب بين نقط القطاع لذلك نرسم  
المسافات الأفقية بمقياس رسم صغير مثل ١ : ١٠٠ أو ١ : ٥٠٠ حسب مساحه  
الورقة وحسب الغرض الذي ينشأ من أجله القطاع الطولي ؛ ونرسم الأبعاد الرأسية  
التي تحدد التناسب بمقياس رسم كبير وذلك بأن تأتي بالفرق بين أعلى نقطة  
وأوطى نقطة . لكن لتحديد المقياس الرأسى الذى يقرب إلى رقم صحيح مثل  
١ : ٥٠ أو ١ : ١٠٠ — على هذا الأساس تظهر الفروقات في الارتفاع واضحة  
جداً إذ أننا بالتناسب فيها بأخذ مقاييس مختلفة ووصل النقاط ببعض بخطوط  
مستقيمة على اعتبار أن سطح الأرض مستويا بين كل نقطتين متتاليتين . وبهذا  
نحصل على القطاع الطولى الذى يبين شكل الأرض على محور الطريق أو الترع أو  
المصرف وهكذا .

وغالبا ما يطلب منا عمل الميزانية الطولية لإقامه مشروع بطول هذه الميزانية  
فيحدد على القطاع الطولى المخور المطلوب ويسمى محور المشروع وهو أما أن  
يكون أفقيا أو مائلا ميل واحد أو عدة ميول حسب حاجه المشروع المطلوب  
كما هو الحال في مشاريع إنشاء الطرق والجسور وبناء الكبارى وتخطيط شبكات

## الترفع والمصارف .

ويراهى أن النقطة التى تؤخذ عندها المناسيب لرسم القطاع هى :

أ - النقطة التى يتغير عندها إتجاه ميل سطح الأرض تغييراً ملموساً .

ب - النقطة التى يتغير فيها الإتجاه .

ج - أى نقطة أخرى يراها المهندس ضرورية لدقة المشروع .

وإذا كان عرض المشروع ( طريق أو زعة ) ضيقاً فتكون مناسيب النقطة على المحور ممثلة لجميع مناسيب التقلع فى الإتجاه المودى أو القطاع المرطى والمثال الآتى يوضح الطريقة المثلى للحصول على القطاع الطولى المطلوب وعلى سطح الإنشاء وكيفية حساب إرتفاعات الحفر والردم .

مثال :

أجريت ميزانية بفرض حمل قطاع طول مشروع طريق ذراعى بين النقطتين  
أ عند السكيلو ١٤١ و النقطة ب عند السكيلو ١٤٥٠ وكانت المسافات بين  
نقطه الميزانية متساوية وكانت قراءات القامة كالآتى :

١٥٢ - ١٩١ - ٢٤١ - ٢٥٩ - ٢٩٢ - ١٤٨ - ١١٢ - ٠٤٤ -

١٥٠ - ١١٦ - ١٨٢ - ١٩١ - ١٢٢ - ٢٣٠ - ٢٨٥

فإذا كان الميزان قد نقل بعد النقطة : الثالثة والخامسة والسابعة والتاسعة ...  
وكان منسوب النقطة الأولى هو ١٨٤٠ فال المطلوب :

رسم القطاع الطولى بين السكيلو ١٤٠٠ والسكيلو ١٤٥٠ بمقاييس رسم  
مناسبة مبنياً :

١ - الأرض الطبيعية .

ب - خط الإنشاء لطريق مقترح يبدأ من نقطة ١ بميل  $\frac{1}{4}$  ٪ إلى أسفل  
ج - إرتفاع الحفر أو الردم عند جميع نقاط التقاطع .

#### الحل

يبدأ أولاً بتقريب الجدول وليكن بطريقة سطح الميزان وذلك للحصول  
على مناسيب الأرض الطبيعية على طول المحور ومن الجدول نجد أن عند نقطة  
الميزانية ١١ نقطة يشا ١٠ مسافات متساوية كل منها يساوى .

$$= \frac{14000 - 14500}{10} = 50 \text{ متر}$$

وبمعلومية منسوب النقطة الأولى حسب مناسيب باقى نقاط التقاطع ، كذلك  
حسبت مناسيب سطح الإنشاء بمعلومية إرتدادها كما هو موضح فى الجدول التالى :



## الحل

ارتفاع الرم	المحور ارتفاع	مستوب المشروع	مناسيب النقط	مستوب الميزان	قراءات القامة			مسافات (متر)	النقط
					مقدمة	متوسطة	مؤخرة		
٠٠		١٨٠٤٠	١٨٠٤٠	١٩٠١٢			١٨٠٢	٠٠	١-١
٠٠١٤		١٨٠١٥	١٨٠٠١			١٨٩١		٠٠	٢
٣٩		١٧٠٩٠	١٧٠٥١	٢٠٠١٠	٢٠٤١		٢٠٥٩	١٠٠	٣
	٠٠٥٣	١٧٠٦٥	١٨٠١٨			١٨٩٢		١٥٠	٤
	٠٠٨٢	١٧٠٤٠	١٨٠٦٢	١٩٠٧٤	١٨٤٨		١٨١٢	٢٠٠	٥
	٢٠١٥	١٧٠١٥	١٩٠٣٠			٠٠٤٤		٢٥٠	٦
	١٣٤	١٦٠٩٠	١٨٠٧٤	١٩٠٤٠	١٨٥٠		١٨١٦	٣٠٠	٧
	٠٠٩٣	١٦٠٦٥	١٧٠٥٨			١٨٩٢		٣٥٠	٨
	١٠٠٩	١٦٠٤٠	١٧٠٤٩	١٨٠٧١	١٨٩١		١٨٢٢	٤٠٠	٩
	٠٠٢٦	١٦٠١٥	١٦٠٤١			٢٠٣٠		٤٥٠	١٠
١٠٠٤		١٥٠٩٠	١٤٠٨٦		٢٠٨٥			٥٠٠	١١-١٢

### التعليق الحسابي :

مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات : ٧٢٦١ - ١١٢١٥

$$= - ٣٥٤٤ \text{ مترا}$$

منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = ١٤٨٦ - ١٨٢٤٠

$$= - ٣٥٤٠ \text{ مترا}$$

### ملاحظات على الجدول :

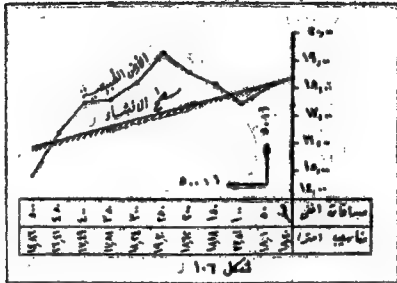
١ - يلاحظ أن خط الإنشاء يبدأ بالنقطة الأولى مع الأرض الطبيعية ويميل بمقدار  $\frac{1}{4}$  أى ٥٠ سم كل ١٠٠ متر أو ٢٥ سم كل ٥٠ متر ومنها يستنتج منسوب الإنشاء لكل نقطة .

٢ - في مسافة ٥٠٠ متر نجد أن منسوب الإنشاء لآخر نقطة هو ١٥٩٠

٣ - لإيجاد ارتفاع الحفر أو الردم بحسب الفرق بين منسوب الإنشاء والأرض الطبيعية فإذا زاد منسوب خط الإنشاء عن الأرض الطبيعية كانت المطلوب هو ردم والعكس يكون حفر .

### وصف القطاع :

لستخدم في رسم القطاع مقياس رسم أفقى مقداره ١ : ٥٠٠٠ ومقياس رسم رأسى مقداره ١ : ٥٠ ، أى أن على المحور الأفقى ١ سم لكل ٥٠ مترا وعلى المحور الرأسى ١ سم لكل ٥٠ سم وحيث أن أوطى منسوب لسطح الأرض الطبيعية لسطح الإنشاء هو ١٤٨٦ لذلك إعتبرنا أن سطح المقارنة هو منسوب ١٤٠٠ كما هو موضح في شكل (١٠٦) .



### الميزانية العرضية

الميزانية العرضية هي ميزانية تهرى في الاتجاه العمودي على الميزانية الطولية عند نقطها المختلفة في مساحة عرض المشروع المزمع إنشاؤه والفرض منها هو :

١ - معرفة تكتل الأرض على جانبي محور الميزانية الطولية .

٢ - لإيجاد مكعبات الأتربة بدقة مثل إيجاد مكعبات الحفر والردم الناتجة من تطهير الترع أو المصارف أو ترميم الجسور أو تعديل قطاعاتها أو حساب مكعبات الحفر والردم عند إنشاء الطرق وجسور السكك الحديدية الجديدة .

### تشكيل القطاعات العرضية :

تؤخذ القطاعات على مسافات متساوية إذا كانت الأرض منتظمة الإنحدار

وتؤخذ عبادة على مسافات ٥٠ متر ويسمى كل قطاع بحسب بعده عن نقطة  
الابتداء في الميزانية الطولية أي بعده عن نقطة أول المشروع . كما يجب أن تؤخذ  
قطاعات عرضية كلما تغيرت طبيعة الأرض .

وتوجد طريقتان أساسيتان لعمل القطاعات العرضية :

الأولى : ويبدأ بعمل الميزانية للقطاع لابتداء من محوره .

والثانية : ويبدأ بعمل الميزانية للقطاع لابتداء من أحد الجانبين .

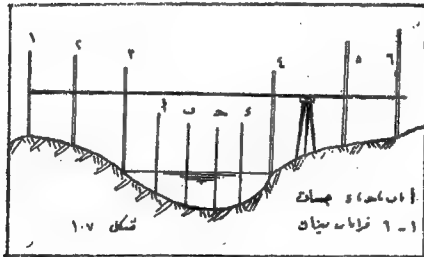
وتستخدم الطريقة الأولى في الأعمال الإنشائية كإقامة نزع أو مصارف أو  
طرق جديدة ويخطط محاور المشروع على الخريطة ، ثم يوقع في الطبيعة بدق  
أوتاد أو شواخص ، ثم يبدأ عمل الميزانية على عين ويسار المحور .

ويختلف جدول الميزانية العرضية عن الميزانية الطولية بتصميم حانة المسافات  
إلى ثلاثة أقسام الأولى خاصة بأبعاد النقاط على القطاع من ابتداء المحور الطول  
وعلى يمينه والثانية خاصة بأبعاد النقاط من على اليسار الطول من ابتداء المشروع  
والثالثة خاصة بأبعاد النقاط على القطاع يسار المحور الطولي .

وتسلسل ميزانية من أقرب روبر أو نقطة معروف منه إليها ، ويسمى  
الميزان في مكان يسهل منه رؤية جميع نقاط القطاع ، ثم يعرف منه روبر من  
الميزانية المتصلة ثم توضع القامة على المحور عند موضع القطاع وتقرأ وتقيّد في  
الحانة الخاصة بها ويكتب أمامها في حانة المحور صفر . ثم توضع القامة في نقطة  
لتسكون في الانحناء أو المدور على المحور وتقيّد في حانة المتوسطات وتدوّن  
المسافة في حانة يمين أمام كل نقطة يساراً يقابلها من هذه الأبعاد ، وتنتقل

إلى اليار ، ويتم العمل في جميع القطاعات الأخرى بنفس الطريقة ، ويمكن نقل الميزان إلى نقط أخرى معروف منسوبها من الميزانية الطولية أو المماسلة إذا لم يمكن أخذ قراءات القامة لجميع القطاعات من موضع واحد للميزان .

أما الطريقة الثانية فتتبع غالبا في حالة تطهير الترعة والمصارف ويتمثل علينا تعيين محور الترعة لوجوده في المياه وبدأ بعمل القطاع من الجهة اليسرى عادة وتنتقل القامة في اتجاه عمودي هل طول الترعة وتوضع في كل نقطة يلاحظ فيها التغير وهكذا حتى تصل إلى نقطة تلاقي سطح الماء بالجانب للترعة فتؤخذ عندها قسراءة ويدين منسوبها ويكون هو منسوب سطح الماء وبعدها تعمل جسات بالمجرى لمعرفة عمق القاع عن سطح الماء . ويمكن إيجاد مناسب القاع بطرح مقدار الجسات من منسوب سطح الماء شكل (١٠٧) .



والجدول الآتي يبين نتائج ميزانية عرضيه لمشروع إنهاء طريق عرض قطاعه ٩ متر وميوله الجانبية لقطاعه ١ : ١ ومنسوبه ١٦٨٥٠ - والمكروكي شكل (١٠٨) يبين مواضع القامات عند القطاعات .

جداول التكاليف العرضية

ملاحظات	مستلزمات النقطة	مبلغ الجوان	المسافات		مقدمة	مترسطة	مؤشرة
			سيار	عمود			
دورين متسوية ١٦٥٥٠	١٦٥٥٠	١٧٦٠		مفر		١٤٠	١٥٠
	١٦٥٥٠			٥٠		١٤٢	
	١٦٥٥٠			٥٠		١٤٥	
	١٦٥٥٠			٥٠		١٤٥	
	١٦٥٥٠			٥٠		١٤٥	
نقطة دوران	١٦٥٥٠	١٧٨٠	٢٥٠	٥٠	١٣٠	١٣٧	١٥٠
	١٦٥٥٠			٥٠		١٤٦	
	١٦٥٥٠			٥٠		١٤٥	
	١٦٥٥٠			٥٠		١٤٣	
	١٦٥٥٠			٥٠		١٤٥	
قطاع ١٠٠	١٦٥٥٠	١٧٨٠	٢٥٠	٥٠	١٣٠	١٣٧	١٥٠
	١٦٥٥٠			٥٠		١٤٦	
	١٦٥٥٠			٥٠		١٤٥	
	١٦٥٥٠			٥٠		١٤٣	
	١٦٥٥٠			٥٠		١٤٥	
					٢٧٠		٢٧٠

ملحوظة: أنظر التكرار شكل ١٠٨

التحقيق الحسابي لحساب المناصب :

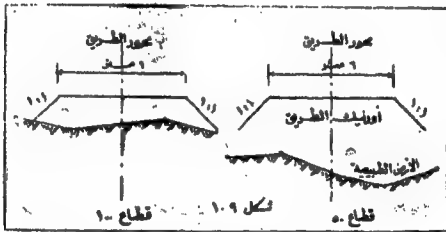
ج الخزرات - ج المقدمات = ٢٢٦٠ - ٢٢٧٠ = - ١٠

منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = ١٦٤٠ - ١٦٥٠ =

= - ١٠ متراً

وترسم القطاعات المرضية بنفس الخطوات المتبعة في رسم القطاعات الطولية مع استعمال مقياس رسم واحد عادة للأبعاد والمناصب على السواء ، وذلك لأن الأبعاد في هذه الحالة لا تكون كبيرة إذا قورنت بفروق المناصب بين النقاط وبعضها ، وترسم عادة بمقياس رسم ١ : ٢٠٠ أو ١ : ١٠٠ أو ١ : ٥٠ .

وشكل (١٠٩) بين القاطع المرعى عند مسافة ٥٠ ومسافه ١٠٠ متر وكذلك أورد بك الطريق المقترح .





## الميزانية الشبكية

تستعمل هذه الميزانية عندما يراد معرفة مناسيب النقاط الموجودة على سطح الأرض في منطقة محددة ويتم ذلك :

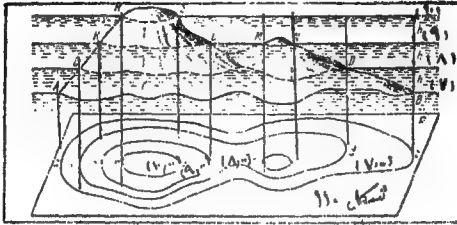
١ - بيان بعد كل نقطة عن الأخرى أفقياً ويكون ذلك برفع المنطقة وتحديد مواضع النقاط المختلفة .

٢ - تعيين منسوب كل نقطة من النقاط السابقة .

وعند تنفيذ المشروعات الهندسية والزراعية يسلم معرفة مناسيب النقاط المختلفة للمشروع ومن هنا صارت الميزانية الشبكية ذات أهمية كبرى في الخرائط المعدة لتصميم مثل هذه المشروعات ولتسهيل بيسان طبيعة الأرض ، ومعرفة طبوغرافيتها لوصل النقاط المتساوية المناسيب بخط يطلق عليه خط الكنتور :

### خط الكنتور :

يمكن تعريف خط الكنتور بأنه عبارة عن خط تقاطع سطح الأرض بمستوى أفقى معلوم المنسوب ، وجميع نقطه ذات منسوب واحد هو منسوب خط الكنتور فمثلاً خط كنتور (٢٠) هو الخط الذى يصل النقاط ذات المنسوب (٢٠) ، والخرائط التى يبين فيها مناسيب النقاط بخطوط الكنتور تسمى الخرائط الطبوغرافية أو الكنتورية ، وغالباً تكون خطوط الكنتور ذات مناسيب صحيحة فمثلاً إذا فرض وجود مرتفع كفى شكل ( ١١٠ ) وقطع بعدة مستويات أفقية مناسبها ١٠ ، ٩ ، ٨ ، ٧ ، وهكذا فينتج لنا خط كنتور ٩ وخط كنتور ٨ ويقال في هذه



الحالة أنه لدينا فاصل رأسي مقداره متراً واحداً ويعرف هذا الفاصل  
الرأس بالفترة الكنتورية .

#### الفترة الكنتورية

هي البعد الرأسى بين كل خطى كنتور متتالين ، وهناك عدة عوامل تحدد  
قيمة الفترة الكنتورية أهمها :

١ - الغرض الذى من أجله ستستخدم فيه الخريطة الكنتورية فإذا كان  
الغرض من عمل الخلوطة الكنتور هو تسوية أرض زراعية أو حساب المسكبات  
منها كانت الفترة الكنتورية صغيرة .

٢ - الوقت المحدد لعمل الميزانية وتكليفها - فتكبر الفترة الكنتورية  
كما كان الوقت المحدد لعمل الميزانية قصيراً .

٣ - المساحة - فكلما كانت المساحة كبيرة كانت الفترة الكنتورية  
كبيرة نسبياً .

١ - طبقة المنطقة .. فإذا كانت المنطقة ذات إرتفاعات أو إنخفاضات كثيرة قلت الفترة الكتتورية وتعرف الأرض حينئذ بأنها ذات طبوغرافية شديدة .

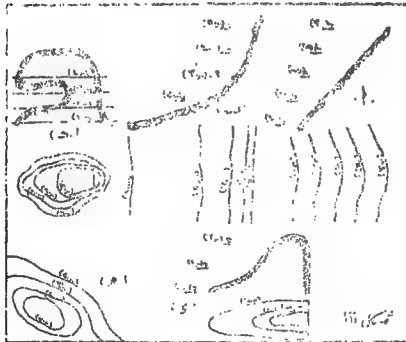
٥ - مقياس رسم الخريطة - فيجب إختيار الفترة الكتتورية بحيث لا تقتطع خطوط الكتتور بعضها .

خواص خطوط الكتتور (شكل ١١١)

١ - جميع النقاط الواقعة على خط كتتور معين ذات منسوب واحد فابعد هو منسوب الخط .

٢ - إذا كانت أبعاد خطوط الكتتور عن بعضها متساوية دلل على أن الأرض منتظمة الميل ( شكل ١١١ - ١ ) .

٣ - تتقارب خطوط الكتتور في الإنحدارات الشديدة وتباعد في الأراضي السهلة ( شكل ١١١ - ٢ ) .



٤ - لا تقاطع الكنتور إلا نادراً في حالة الكهوف مثلاً أو وجود تجهيز  
( شكل ١١١ - هـ ) .

٥ - تماس خطوط الكنتور في نقطة واحدة أو خط واحد ويكون ذلك  
في حالة انخفاض أو ارتفاع رأسى كإى حالة الجروف ( شكل ١١١ - و ) .

٦ - جميع خطوط الكنتور يجب أن تكون منفصلة حتى ولو كان ذلك خارج  
الوجه إذ أن خط الكنتور لا ينتهى ( ١١١ - هـ ) .

عمل مشروع خريطة كننودية .

خطوات تنفيذ مشروع عمل خريطة كننودية هى :

أولاً عمل ميزانية شبكية للأرض بتعيين مناسيب حدود كاف من النقط عليها

ثانياً - توفيق هذه النقط بتناسيبها على الخريطة .

ثالثاً - رسم خطوط الكنتور .

أولاً : عمل الميزانية الشبكية :

مناك عدة طرق لعمل الميزانية الشبكية وأهمها :

(١) طريقة المربعات أو المستطيلات .

(ب) طريقة المحاور

١ - طريقة المربعات أو المستطيلات .

وفىها تقسم الأرض إلى مربعات متساوية أو مستطيلات ولذلك تنحصر القطعة

داخل محيط مضلع أحدهم الأضلاع عمودية على بعضها وتفرس شواخص المحيط

على أبعاد متصارية من بعضها ونقسام أعمدة منها على اضلاع المخطط. وتكون مربعات أو مستطيلات ، ثم يبدأ بعمل الميزانية لتعين منسوب كل نقطة ويكون بمحور مستطها الأفقى ويختار طول الضلع عادة ٤٠ ، ٥٠ مترا فى الأراضى الزراعية أما فى أراضى البناء المراد ردمها فيختار طول الضلع عادة ٥ أو ١٠ أو ٢٠ مترا .

#### ب - طريقة المحور

يثبت محور مستقيم فى وسط الأرض ويميز بأوتاد أو شواخص ثم تقام أعمدة على المحور كل ٤٠ أو ٥٠ مترا إذا كان ميل الأرض منتظما أو تقام هذه الأعمدة عند كل نقطة يختلف فيها اتجاه دار الأرض ثم تشكل قطاعات عرضية عمودية على المحور ثم تأتى بناسيب المحور ومناسيب النقط التى يتغير فيها اتجاه الأرض على القطاعات العرضية .

#### ثانيا - توقيع النقط ومناسيبها على الخريطة :

توقع النقط بأبعدها على الخريطة بقياس الرسم المطلوب ونسب مناسيبها من أقرب روبر أو من نقطة معلوم منسوبها ويمكن اختيار أكثر من نقطة دوران إذا أريد وضع الميزان فى أكثر من وطح .

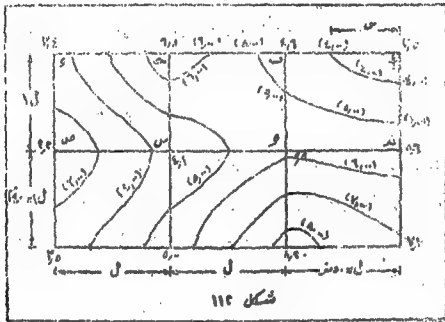
#### ثالثا - رسم خطوط الكنتور :

هناك عدة طرق لرسم خطوط الكنتور أهمها .

#### ١ - الطريقة الحسابية :

يفرض أن المطلوب هو رسم خطوط الكنتور بفترة كنتوره قدرها

١) مقر المنطقة التي أجريت لها مبرانية شبكية والمبينة في الشكل (١١٢) ، لذلك بأخذ كل خط من خطوط الشبكة على حدة ونعتبر أن سطح الأرض على امتداده ذو انحدار ثابت وعلى هذا نحدد مواقع النقاط ذات المناسيب الثابتة ( أى التي



منسوبها ١ متر ٢٤ متر ٣٤ متر ١٠٠) وعلى سبيل المثال ١ ب والذي منسوب نقطة ١ عليه هو ٣٢٢ م ومنسوب نقطة ١٠٠ هو ٤٢٢ م هناك نقطة منسوبها ١٠٠ تقع على الانحدار الثابت بين ١ ب ، ولتعيين بعد هذه النقطة الأفقى من نقطة ١ ( النقطة ذات المنسوب الأقل ) نأخذ الفرق المنسوب بين نقطتي ١ ب وليكن ع وكذلك فرق المنسوب بين المنطقة المطلوب تعيينها ( منسوب ١٠٠ ) وبين أعلى نقطة ( نقطة ١ ) وليكن ع ، وبهذا فإن

$$\frac{ع}{ج} = \frac{ع}{ج}$$

أي أن

... (٥٠)

$$s = \frac{c}{L}$$

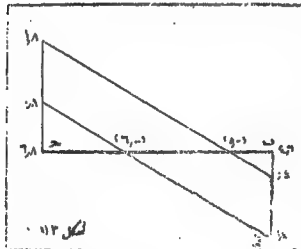
وبذا يمكن تحديد موقع النقطة ذات المنسوب الصحيح . أما إذا كان الخط عليه أكثر من نقطة مثل الخط  $s = 0$  والذي يمثل إحدانا ثابتا تقع عليه النقطة ذات مناسيب ثابتة  $s = 0$  ، فإنه نحسب مرافقين  $s$  ،  $s'$  من المعادلة (٤٧) لتحديدان بعد النقطتين عن النقطة ذات المنسوب الأقل .

بعد الحصول على كل النقط ذات المناسيب الثابتة في الشبكة نصل بين النقط ذات المنسوب الواحد لتحصل على خط الكتور الذي يمثلها مع مراعاة خواص خطوط الكتور عند توصيل النقط . ومادة إذا بدأنا بنقطة ذات منسوب معين على أحد خطوط الشبكة فالتا نبحث عن نقطة لها نفس المنسوب في أحد الخطتين المجاورين لتصلها بها ( إما إذا لم نجد فالتا نبحث على نقطة لها نفس المنسوب في الضلع المقابل لتصلها بها ففي شكل (١١٢) بعد أن حددنا موقع النقطة التي منسوبها (٠.٥) على الخط  $s = 0$  وجدنا أن هناك نقطة أخرى لها نفس المنسوب على الخط المجاور  $s = 1$  وصلت بها . وعلى الخط  $s = 2$  هو أيضا كان هناك نقطة أخرى منسوبها (٠.٥) ، وبالبحت عن نقطة ذات منسوب (٠.٥) على الأضلاع المجاورة لم نجد ، لذلك وصلت هذه النقطة بنقطة لها نفس المنسوب على الضلع المقابل  $s = 3$  وبالمثل وصلت جميع النقط المتناظرة في الشبكة للحصول على جميع النقط المتناظرة في الشبكة للحصول على جميع خطوط الكتور كما هو موضح في شكل (١١٢) .

والطريقة الحسابية لتحديد مواقع النقاط ذات المنسوب الثابت على الشبكة تناسب الشبكات الصغيرة ذات العدد المحدود من المربعات أو المستطيلات أما إذا زاد العدد فتستخدم الطرق البيانية والميكانيكية ولو أن وجود الحسابات الآلية البسيطة سهلت الطريقة الحسابية .

## ٢ - الطريقة البيانية ( طريقة النسبة والكتائب )

يمكن تعيين النقطة ذات منسوب ٥٠٠ على الضلع ١ ب وذلك بالرسم متباينة باعتبار أن ١ تنخفض عن النقطة ذات منسوب ٥٠ بمقدار ٨ متر . والنقطة ب ترتفع عن النقطة ذات منسوب ٥٠٠ بمقدار ٦ متر . فلو أخذنا أى خط بنفس طول ١ ب ( ويمكن أخذ الخط ١ ب نفسه ) وأقننا من بدايته وعند نقطة ١ عموداً بطول يناظر ٧ متر بأى وحدات من أسفل ( لنخففه ) ثم من ب عموداً آخر بطول ٦ متر بأى وحدات إلى أعلى ( لارتفاعه ) ووصلنا بين نهايتى العمودين فإن الخط الناتج سيقطع الضلع ١ ب فى النقطة ذات منسوب ٥٠٠ وشكل ( ١١٢ ) يبين كيفية الحصول على النقطة ذات منسوب ٥٠٠ على الخط ١ ب .

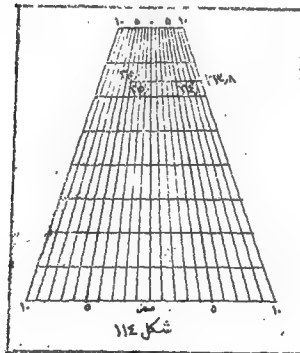




وهذه الطريقة تسمى أسرع من السابقة وأن كان يعيبها كثرة الخطوط المرسومة على الشبكة بما يشوه شكلها .

## ٢ — طريقة الشفاف ( الطريقة الميكانيكية ) ١

تتلخص هذه الطريقة في أننا نرسم مثلث متساوي الساقين مثلاً ونقسم قاعدته إلى أجزاء مساوية كبيرة ( أربعة مثلاً ) كما في شكل ( ١١٤ ) وذلك على ورقة شفاف أو كالك ثم نقسم كل قسم بدوره إلى أى عدد من الأقسام الصغيرة المتساوية وليسكن خمسة أقسام — ثم نصل نقاط التقسيم برأس المثلث المقابلة مع تعيين الأقسام الكبيرة بخطوط متقطعة أو مميكة .



ونرسم موازيات للمساعدة ونستحسن أن تكون على مسافات متساوية ،  
ولتعيين المناسب بهذه الطريقة نضع الآتي :

١ — نفرض أن لدينا خط  $AB$  حيث منسوب  $A$  (١٦٣٨) مترا ومنسوب  $B$  (١٦٥٢) مترا ، والمطلوب هو تعيين نقطتين على  $AB$  منسوبها (١٦٤) ، (١٦٥) مترا .

نلاحظ أن الفرق بين المنسوبين  $A$  ،  $B$  هو ١٤ مترا أى ١٤ وحدة ونعتبر أن كل وحدة تقابل قسما صغيرا من أقسام الثلث الشفاف .

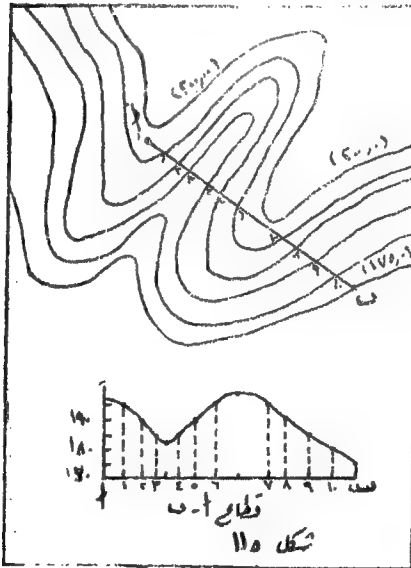
٢ — نضع الثلث الشفاف ونجعل الخط الواصل بين النقطتين  $A$  ،  $B$  موازيا للقاعدة ، ونحرك الثلث الشفاف بشرط أن نافظ على موازاة  $A$  ،  $B$  والقاعدة حتى يصير الخط  $AB$  ١٤ مسافة من مسافات الثلث .

٣ — نضع دبوس على بعد قسمين من  $A$  فتعين النقطة ذات المنسوب (١٦٤٠) ونضع دبوس على بعد قسمين من  $B$  فتعين النقطة ذات المنسوب (١٦٤٠) كما في شكل (١١٤) ، وذلك لأن نقطة  $A$  تنخفض ٠٢ متر عن النقطة ذات المنسوب (١٦٠٠) في حين أن النقطة (١٠) ترتفع بقدر ٠٢ متر عن النقطة ذات منسوب (١٦٥٠) . ونلاحظ أننا على الرغم من هذا عن نقطة  $A$  بالمقدار ٢٨٨ بدلا من ١٦٣٨ وبالمثل للنقطة  $B$  .

٤ — يمكن الإستعاضة عن الثلث المقدم بشبكة خطوط متوازية وتعيين نقط الارتفاعات مثل  $H$  ،  $E$  في المثال السابق وذلك يجعل نقطة الصفر تقع على  $A$  مثل وندير الورقبة الشفاف حتى تمر نقطة  $B$  بالخط الذى يعين القسم ١٤ فنكون نقطة كوينور (١٦٤)  $H$  على القسم الثانى وكوتور (١٦٩)  $E$  على القسم الثانى هنسأبتداء من نقطة الصفر .

### رسم القطاعات من خطوط الكونتور .

إذا قطعت خطوط الكونتور في أى خريطة كوتورية بمستوى رأسي فإنه يمكن رسم شكل القطاع الناتج وذلك بمعرفة المسافات الأفقية بين نقط تقاطع المستوى مع خطوط الكونتور من الخريطة وبمعرفة مناسيب خطوط الكونتور وتستعمل نفس القواعد والمقاييس كالتى استخدمت في تشكيل ورسم القطاعات الطولية كما هو مبين في شكل (١١٥) .



### استعمالات خطوط الكنتور .

تستعمل خطوط الكنتور في أغراض شتى لتخدم القطاعات الهندسية والإرادية وأهم استعمالات خطوط الكنتور هي :

١ - الحصول على قطاعات من الخريطة مباشرة لاستخدامها في دراسة وتخطيط المشروعات المختلفة .

٢ - تعيين كميات الأتربة وسد الحفريات وأماكن الصدود ومواقع الحفريات .

٣ - تخطيط الترع والمصارف - فتوضع مثلا الزرع في الأماكن العالية والمصارف في الأماكن المنخفضة .

٤ - تستعمل في عمليات تسمية الأراضي للري والإزاحة .

٥ - تستعمل في تعيين ميل سطح الأرض وفي تحديد مجاور الطرق والترع والمصارف ذات الميول الثابتة المطلوبة .

### مصادر الأخطاء في الميزانية

تعدد الأخطاء في عمل الميزانية ، وهذه الأخطاء متنوعة فمنها أخطاء منتظمة وأخطاء غير منتظمة وتسمى أخطاء عرضية ومصادر هذه الأخطاء كثيرة وأهمها :

(١) الأخطاء الناتجة من الأجهزة المستخدمة في الميزانية ( الميزان ، والقامة )

(ب) الأخطاء الناتجة من إستعمال هذه الأجهزة .

(ج) الأخطاء الناتجة من طريقة رصد وتدوين النتائج .

(د) الأخطاء الناتجة عن العوامل الطبيعية التي تؤثر في نتائج الميراثية .

ويمكن تلخيص جميع هذه الأخطاء في النقاط الآتية :

١ - أخطاء الميزان وينتج ذلك من عدم ضبطه ضبطاً دائماً أو مؤقتاً .

٢ - أخطاء وضع للميزان وذلك بمسك الحامل أثناء القراءة أو تغيير موضع القفاحة في ميزان التسوية .

٣ - أخطاء وضع القامة حيث يؤدي عدم راحية القامة إلى القراء الخاطئة

ويؤدي وضع القامة في أرض رخوة بدون قاعدة حديدية إلى اختلاف قراءات القامة خاصة عند نقط الدوران .

٤ - أخطاء القراءة على القامة .

٥ - أخطاء التدوين في جدول الميراثية .

٦ - تأخر إنكسار الأشعة نتيجة لاختلاف درجات الحرارة وكثافة الهواء في الطبقات الهوائية المختلفة القريبة من سطح الأرض .

٧ - ارتفاع درجة الحرارة للجهاز نتيجة سقوط أشعة الشمس على جهة واحدة من الجهاز .

## مسائل على الميزانية

١ - أخذت القراءات الآتية للقائمة بقصد تعيين مناسيب النقاط المختلفة على قطاع طول فكانت :

٢٠٣٠	١٠٨٠	(١٥٠)	١٠٧٠	٢٠٦٠	(٢١٠)	١٦٠
٣٠٧٥	٢٠٤٧	١٠٣٢	٢٠١٥	٣٠٤٨	(٣٢٠)	

فإذا كانت القراءات بين الأقواس هي مقدمات وكان منسوب النقطة الرابعة هو (٨٠٦٥) متراً - عين مناسيب النقاط على طول القطاع بطريقة الإرتفاع والإنخفاض مع تحقيق العمل الحسابي .

٢ - أخذت قراءات القائمة التالية في ميزانية طولية :

٠٠٧٤٤	٣٠١٦٤	٢٠١٩٩	٦٤٦	المؤخرات هي
	١٠٨٦٤	٢٠٤٨٤	٢٠٤٢٢	المتوسطات هي
٢٠١٦٤	٢٠٢٨٨	٠٠١٧٤	٢٠٥١١	المقدمات

عين مناسيب النقاط المختلفة في جدول الميزانية بطريقة سطح الميزان إذا كان منسوب النقطة الأخيرة هو ٢٠٨٧٦ وأن القسراءات على النقطة الثانية والثالثة والحمامة متوسطات . حقق العمل الحسابي .

٣ - من ثلاثة أوضاع الميزان أخذت قراءات القائمة على قطاع طولى لثمين مناسب نقطه المختلفة فكانت :

الوضع الأول : ١٠٢٥ ٢٠٧٥ ٣٠٨٤ ٢٠١١

الوضع الثانى : ٠٠٢٨ ١٠٤٧ ٢٠١٤ ٣٠٦٢ ٢٠٨٢

الوضع الثالث : ١٠١٩ ١٠١٣ ١٠٧٣ صفر ٢٠١٦

فاذا كان منسوب النقطة الرابعة هو (٧٠٥٠) مترا فحين في جدول الميزانية مناسب نقط القطاع مستعملا طريقة فرق الإرتفاع . حقق العمل الحساب .

٤ - عملت سلسلة ميزانية لثمين منسوب روبرى ب (بتسداد من روبرى ١ منسوبه (٢٨٠٤٠) وكانت القراءات هى :

٠٠٥٢ ٠٠٩١ ١٠٤١ ١٠٥٩ ٠٠٩٢ ٠٠٤٨ ٠٠١٢

١٠٤٤ ٠٠٥٠ ٠٠١٦ ٠٠٨٢ ٠٠٩١ ٠٠٧٢ ١٠٣٠

٢٠٨٥ - وكانت النقط الثالثة والخامسة والسابعة والتاسعة نقط دوران لها هو منسوب الروبرى ب .

الجواب ( منسوب ب = ٢٤٨٦ )

٥ - دون نتائج الميزانية الآتية في جدول وأستنتج مناسب النقطه مع العلم بأن منسوب أول نقطه ٢٢٧٥ مترا - وأن القسرات المدونة بين القوسين مزخرات :

١٣١٣ ١٣٤٥ ١٣٦٧ ١٣٩٢ (٢١٥) ١٣٦٥ ١٣٤٧ ١٣٠٢  
 (١٣١٤) ١٣٢٧ ١٣٥٦ -- استعمل طريقة سطح الميزان وحقق العمل  
 الحسابي .

الجدول الخامس من ٢٢٣٧٥ - ٢٢٣٤٢ - ٢٢٣٢٠ - ٢١٣٩٥ - ٢٢٣٤٥  
 ٢٢٣٦٣ - ٢٢٣٠٨ - ٢٢٣٩٥ - ٢٢٣٦٦

٦ - عند إجراء ميزانية طولية كانت قراءات القامة هي :

٢٣٠١ - ١٣١٧ - ١٣٤٨ - ١٣٨٧ - ٢٣٨٠ - ٢٣٨٥ - ١٣٥٠

١٣١٢ - ٢٣٩٥ - ١٣٨٠ - ٢٣٤٠ - ٢٣٠٠ - ٢٣٢٨ - ١٣٩٨

٢٣٨٨٥ - ١٣١٧ - ١٣٤٤ - ٢٣٥٥

وكان الميزان قد نقل بعد القراءة الثمانية والخامسة والثامنة والحادية عشر  
 والرابعة عشر والسادسة عشر وكان منسوب النقطة السادسة هو : متى تمت  
 سطح البحر بين مناسيب النقط المختلفة وحقق العمل .

٧ - أجريت ميزانية طولية على أرض تتحدر في اتجاه واحد فكانت  
 القراءات هي :



١٠٩٥ ١٢٤٤ ٤١٢ ٣٧٨ ٠٨٨ ١٥٦ ١٢٤

٣٥٦ ٠٧٤ ١٤٨ ٢١٦ ٣٣٥ ٠٨٥ ١٦٥

٢٤٢ ٢٩٨ ٣٦٥ — أحسب مناسيب النقط المختلفة إذا كانت  
النقطة الرابعة ذات منسوب (— ٩٨٠).

٨ — القراءات الآتية أخذت في ميزانية طرلية على محور طريق :

٢٥١ ١٢٧ ١٤٨ ٠٩٨ ١٨ ٢٨٥ ١٥٠ ١١٢

١٨٤ ١٢٣ ٢٩٥ ١١٠ ٢٣٠ ٢٢٨ ٢٩٨ ٢٠٠

فإذا كان منسوب أول نقطة هو (٢٣١١) فاحسب مناسيب النقط المختلفة  
بطريقة يمكننا التحقق بها مناسيب النقط الثالثة والخامسة والسادسة والثامنة علماً  
بأن النقطة الثانية والرابعة والسادسة والثامنة كانت نقطة دوران .

٩ — وضع ميزان دمي في منتصف المسافة بين قامتين فكانت القراءتين على  
القامتين هما ٣٧٦٥ متراً ، ٢٨٣٣ متراً — ثم نقل الميزان ووضع بجوار  
القامة الأولى وأخذت القراءتين للقامة فكانت ٣٣٧٥ متراً ، ١٩٤٥ — ما هي  
قراء القامة الصحيحة عند النقطة الثانية — لرسم خط النظر للمنظار في الحائتين .

الجواب ( القراءة هي ٢٣٠٧ متراً ) :

١٠ — القراءات الآتية أخذت في أرض تتوسطها بركة من المياه وكانت  
القراءات السابعة والثامنة والثامنة عشرة عن جسات وكان الميزان قد نقل بعد  
القراءة الرابعة والسادسة والعاشر المأخوذة من سطح الميزان وكان منسوب  
النقطة الخامسة ( منسوب سطح ماء البركة ) ثلاثة أمتار تحت سطح البحر .

عين مناسيب النقط المختلفة بما في ذلك نقط الجسات .

٢٠١٨	٢٠٤٤	١٠٢٨	١٠٧٧	٠٠١٨	٢٠٨٤	٢٠٦٤	٢٠٧٦
٢٠٠٤	٠٠٩٨	٠٠٩٦	١٠٨٨	٠٠٢٧	١٠٢٣	١٠٠١	٢٠٢٢
							٠٠٧٦

٦٠١٥	٦٠٩٥	٦٠٠٧	—
٢٠٢٢	٢٠٠٠	٢٠٤٩	—
٤٠١٩	٢٠٨٧	٢٠٢٦	—
٢٠٢٥	٢٠٩٧	الجسات هي	—
٥٠٢٢	٦٠١٨	٥٠٤٤	—

الجواب : المناسيب هي :

١١ - أخذت القراءات الآلية للقامة — بقصد تعيين مناسيب النقط المختلفة للقطاع الطولي من — فكانت :

٢٠٣٤	١٠٨٠	١٠٧٨	١٠٩٥	٢٠١٣	١٠١٤
٢٠٧٢	٢٠٤٣	١٠٢٧	٢٠٠١	٢٠٤١	٢٠٢٥

وكانت القراءات الثانية والخامسة والثامنة هي مقدمات ومنسوب النقطة العادة هو (٨٦٠) .

عين مناسيب النقاط بطريقتي سطح الميزان وفرق الارتفاع في جدول واحد — وما حكمك على هذه الميزانية إذا كانت المصافة ١ ب ٨٠٠ متر ونقطة ب روبر منسوبة ٩٠٢٩ بتر .

١٢ - لعمل قطاع طول أخذت القراءات التالية على نقط القطاع .

٢٠١٤	١٠٤٣	٠٠١٨	١٠١٢	٢٠١٤	٠٠٧٥	٢٠١٥
			١٠١٣	٢٠٤٥	١٠٨٢	٢٠٢٢

وكان الميزان قد نقل بعد النقط الثالثة والرابعة والخامسة من نقط المشروع الى تباعد من بعضها بمقدار ٣٠ مترًا - أحسب مناسيب النقط لو كان منسوب أول نقطه هو ٢٠٣٨ - لرسم القطاع الطولي مبينا عليه الأرض الطبيعية وخط الإنشاء لطريق بميل  $\frac{1}{4}\%$  إلى أعلى ومنسوب أوله ٢٠٥٠ - وعين لإرتفاع الحفر والردم اللازمين لإتمام هذا الطريق .

١٣ - عند إجراء ميزانية طولية على قطاع طول كانت قراءات القائمة :

٢٠١١	٢٠٥٨	١٠٩٧	٢٠٠٨	٢٠٨٥	١٠٥٩	١٠١٢
٢٠٩٥	٠٠٨٤	صفر	صفر	١٠١٨	١٠٢٤	١٠٤٤
٠٠٣٢	١٠١٣	١٠٨٧	--	وكان الميزان قد نقل بعد القراءات		
الرابعة والسادسة والعاشر والرابعة عشر - عين في جدول للميزانية مناسيب نقط القطاع إذا كان منسوب النقطة الخامسة هو متران تحت سطح البحر - وإذا أريد تصوية هذا القطاع بحيث بميل $\frac{1}{4}\%$ إلى أسفل مع ثبات منسوب النقطة الرابعة في الميزانية - فعين في نفس الجدول ارتفاع الحفر والردم إذا كانت نقط القطاع تتباعد ٠٠ مترا بعضها البعض .						

الجواب : المناسيب هي

١٠٧٧	٢٠٨٣	٢٠٥٠	٢٠٣٦	٢٠١٥	٢٠٧٦	٢٠٢٩
٢٠٨٨	٠٠٨٨	٢٠٠٩	٢٠١٢	١٠٣٢	٢٠١٢	٢٠٨٦



# الباب التاسع الطرق والكميات والنسبة بين الأرض والارض

يتميز إجماد كميات الأتربة والمياه وكميات المباني والأعمال الخرسانية والحجر هو، من أهم أعمال المساحة ومن أهم ما يؤثر على إقتصاءات المشاريع الهندسية حيث يتوقف تقدير تكاليف المشروعات عليها .

هناك عدة طرق لإيجاد الكميات والحجوم ويتوقف إختيارها على حسب طبيعة المشروع وعلى الخرائط المتوفرة ، وعموماً يمكن تقسيم هذه الطرق إلى ما يأتي :

١ - كميات لأشكال منتظمة . ( كميات المباني والمنشآت )

٢ - الكميات من القطاعات الطولية والعرضية . ( مشاريع الطرق والرى )

٣ - الكميات من مناسيب النقط - ( الميادين الشبكية ونه . وية الأرض ) .

٤ - الكميات من خطوط الكونتور (تسوية الأرض) .

شكل ( ١١٦ ) يبين بعض أشكال المجمعات الهندسية وفيما يلي نورد القوانين والمعادلات الخاصة بإيجاد حجومها :

$$(٥١) \dots \boxed{\text{المكعب} = \text{ل}^3}$$

حيث ل طول ضلع المكعب .

٢ - حجم متوازي المستطيلات = مساحة القاعدة  $\times$  الارتفاع

$$= \text{م} \times \text{ع}$$

$$(٥٢) \dots \boxed{\text{متوازي المستطيلات} = \text{س} \cdot \text{ص} \cdot \text{ع}}$$

٣ - حجم الهرم الكامل =  $\frac{1}{3}$  مساحة القاعدة  $\times$  الارتفاع

$$(٥٣) \dots \boxed{\text{الهرم الكامل} = \frac{1}{3} \text{م} \times \text{الإرتفاع}}$$

٤ - حجم الهرم الناقص ( يتنج من قطع هرم كامل بـ مستوى موازي للقاعدة )

$$\boxed{\text{الهرم الناقص} = \frac{\text{ع}}{3} (\text{م} + \text{م}_1 + \text{م}_2 + \sqrt{\text{م} \times \text{م}_2})}$$

$$(٥٤) \dots$$

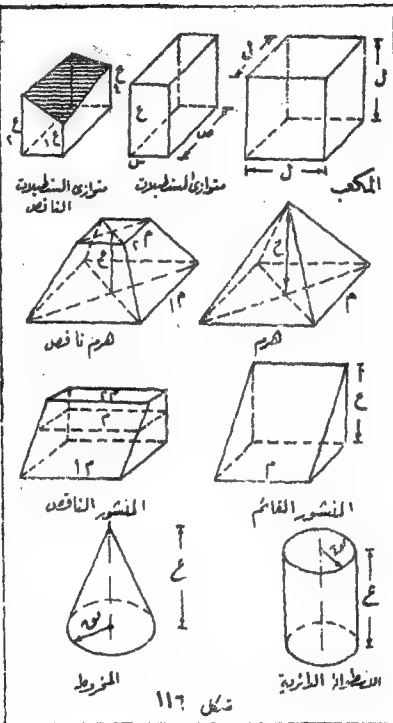
حيث م ، م<sub>١</sub> ، م<sub>٢</sub> مساحة سطحيه المتوازيين ، ع ارتفاعه

٥ - حجم الاسطوانة = مساحة القاعدة  $\times$  الارتفاع

$$(٥٥) \dots \boxed{\text{الأسطوانة} = \text{ط} \times \text{ع}}$$

حيث ط = نصف قطر القاعدة

ع = ارتفاع الاسطوانة



٦ - حجم المخروط =  $\frac{1}{3}$  مساحة القاعدة  $\times$  الارتفاع .

(٥٦) ...  $\boxed{\text{المخروط} = \frac{1}{3} \text{ ط ل ق} \times \text{الارتفاع}}$

٧ - حجم المنشور الكامل =  $\frac{1}{3}$  مساحة القاعدة في الارتفاع .

(٥٧) ...  $\boxed{\text{المنشور الكامل} = \frac{1}{3} \text{ م} \times \text{ع}}$

٨ - حجم المنشور الناقص = متوسط القاعدتين  $\times$  الارتفاع .

(٥٨) ...  $\boxed{\text{المنشور الناقص} = \frac{\text{ع}}{2} (\text{م}_1 + \text{م}_2)}$

حيث م<sub>١</sub> ، م<sub>٢</sub> مساحتي الوجهين التوازيين .

وتسمى هذه الطريقة بطريقة متوسط القاعدتين .

هذه الطريقة تصلح عندما تكون م<sub>١</sub> قريبة إلى م<sub>٢</sub> ، وإذا لم يمكن كذلك  
نستخدم العلامة :

(٥٩) ...  $\boxed{\text{المنشور الناقص} = \frac{\text{ع}}{6} (\text{م}_1 + \text{م}_2 + \text{م}_3)}$

حيث ع ارتفاع المنشور

م<sub>١</sub> مساحة المقطع الأول

م<sub>٢</sub> مساحة المقطع التالي

م<sub>٣</sub> مساحة المقطع المتوسط



وغالبا ما تكون مساحة القطاع المتوسط غير معروفة وتحسب على أساس أنها شكل طوله هو متوسط طول الساعدتين م، م<sub>١</sub> وعرضه هو متوسط عرضيهما وتسمى هذه الطريقة بطريقة المنشور المجموع أو الطريقة الدقيقة مع ملاحظة أن م لا يرى إطلاقا متوسط الماحتين م، م<sub>١</sub>.

#### ٩ - حجم متوازي المستطيلات الناقص

وهو جسم منظمه العمودي على أحرفه الموازية هبارة عن مثلث أو مستطيل أو مربع وأرتفاعات أحرفه مختلفة .

الحجم = مساحة المقطع العمودي × متوسط أطوال الأخراف .

$$(٦٠) \dots \left[ \frac{(ع + ٣ع + ٥ع + ٧ع)}{٤} \right] م = \text{المتوازي الناقص الرباعي}$$

حيث ع، ع<sub>١</sub> هي إرتفاعات الأخراف

وفي حالة متوازي المستطيلات، المثلثي الناقص نجد أن الحجم

$$(٦١) \dots \left[ \frac{(ع + ٣ع + ٥ع)}{٣} \right] م = \text{المتوازي الناقص الثلاثي}$$

#### المسألة

مثال ٩ :

ما هو حجم الخزان المخروطي في أرض مستوية منسوبها (١٩٠٠) حتى منسوب (٢٠٠) إذا كان السطح العلوي مستطيل الشكل أبعاده ٢٠ × ٥٠ متر والقطاع ٢٣ × ٣ مترا .

الحجم بطريقة المنشور الجسم :

$${}^3\text{م } 1000 = 20 \times 50 = {}^3\text{م}$$

$${}^3\text{م } 99 = 22 \times 3 = {}^3\text{م}$$

$$\left( \frac{2+20}{2} \right) \cdot \left( \frac{22+50}{2} \right) = \text{م}$$

$${}^3\text{م } 1909 = 110 \times 410 \times 4 = \text{م}^3$$

$$\text{الحجم} = \frac{(1909 + 99 + 1000)}{3} \cdot \frac{(7000 - 1900)}{2}$$

$${}^3\text{م } 6016 =$$

$$12 \times \frac{99 + 100}{2} = \text{الحجم بطريقة متوسط القاعدتين}$$

$${}^3\text{م } 6094 =$$

والفرق بين الحجمين قدره حوالى ١٧ ٪ وهو يقل كثيراً لو اتقاربت  
المساحتين أى يقل هذا الفرق عندما تقترب مساحة السطح العلوى من مساحة  
السطح السفلى .

مثال ٢ :

احسب كمية الآتربة المكونة على هيئة كوم قاعدته شبه منحرف طوله  
قاعدتيه ٣ ، ٢٠ مترا وارتفاعه ١٠ متر ويكون وجه الكومة العلوى شبه  
منحرف أبعاده ١٠ ، ٥٤ ، ٦ مترا على التوالي علماً بأن ارتفاع الكومة هو ١٣ م .

الحل

الطريقة الأولى : طريقة متوسط القاعدتين

$$V_{٢٥٠} = 10 \times \frac{20 + 30}{2} = 12$$

$$V_{٤٥} = 6 \times \left[ \frac{5 + 10}{2} \right] = 12$$

$$\frac{ع}{4} = \text{الحجم}$$

$$(45 + 250) \frac{12}{4} =$$

$$V_{1770} =$$

الطريقة الثانية :

طريقة المنحور المجموع

$$\left[ \frac{(6 + 10)}{2} \right] \left[ \frac{(5 + 20)}{2} + \frac{(10 + 30)}{2} \right] = 12$$

$$V_{130} = \frac{1}{4} \times$$

$$\frac{5 + 20}{2} \times \frac{10 + 30}{2} \text{ حيث } م \text{ هو شكل شبه منحرف قاعدته } 10 \text{ وارتفاعه } 6$$

$$\frac{6 + 10}{2} \text{ وارتفاعه هو } 6$$

$$\frac{ع}{4} = \text{الحجم}$$

$$V_{1730} = (130 \times 4 + 45 + 250) \frac{12}{4} =$$

لاحظ الفرق بين الحجم بالطريقتين .

### طريقة التقسيم الى منشورات ناقصة

هناك بعض الحالات يكون من المناسب فيها تقسيم الجسم الى عدد من المنشورات الناقصة وليست من الضروري أن تكون متساوية المساحة والمثال التالي يبين كيفية الحل في هذه الحالات .

على قطعة أرض تنحدر في اتجاه واحد انحداراً قدره ١ : ١٥ كما هو مبين في شكل (١٧٠) يراد حفر خزان قاعة أفقي منسوبة (١٠.٠٠٠) وأبعاد القاع ١٥٠ × ١٠٠ متر كما هو موضح بالشكل . فإذا علم أن الميول الجانبية للحفر ستكون ٢ : ٢ فأحسب كميات الحفر الناتجة لإنشاء هذا الخزان . أحسب أيضاً كمية المياه القصوى التي يمكن تخزينها به .

### الحل :

من شكل (١٧٠) يتضح أن الجسم الناتج هنا بالرغم من أنه محدد بمستويات إلا أنه ليس منشوراً مجسماً لأنه لا يوجد فيه مستويان متساويان . ويجب الحجم كأنه مكون من المنشورات الرئيسية الناقصة (الظاهرة في المستوى الأفقي)  $١٥٠ \times ١٠٠ \times ١$  و  $١٥٠ \times ١٠٠ \times ١$  و  $١٥٠ \times ١٠٠ \times ١$  وعليه نحسب عليه حساب أبعاد هذا الجسم اللزمة لحساب الحجم بالاستعانة بشكل (١٦٨) كما يلي :

$$\text{الارتفاع ط} = \text{فرق المستويين} = ٨ \text{ م.}$$

$$\therefore \frac{٢}{٣} = \frac{(٨-٨)}{١٥}$$

$$\text{ومنها } ٨ = ٠,٧٢٧ \text{ متر}$$

$$\text{أي أن } ٨ \text{ م} = ١٠,٩١ \text{ متر}$$

$$\text{الإرتفاع ق م} = 100 + 800 = \frac{1}{10} \times 100 = 18$$

$$\frac{2}{3} = \frac{(18 + 100)}{100}$$

ومن هنا م = ٢٠٠ متر

أى أن ١٥ م = ٣٠٠ متر

وعلى هذا فإن حجم المنشور ا ب ج د والذى قاعدته ا ب ج د

$$\frac{18 + 18 + 8 + 8}{4} \times 100 \times 100 =$$

$$= 190000 \text{ م}^3$$

حجم المنشور ا ب ج د = مساحة ا ب ج د د × الارتفاع المتوسط

$$\frac{18 + 18 + 8 + 8}{4} \times 1091 \times 1091 =$$

$$= 484091 \text{ م}^3$$

حجم المنشور و ح د ل = مساحة و ح د ل × الارتفاع المتوسط

$$\frac{18 + 18 + 8 + 8}{4} \times 120 \times 120 =$$

$$= 360000 \text{ م}^3$$

حجم المنشور ا د ل و + حجم المنشور ب ح ه و = ٢ × مساحة  
ا د ل و × الارتفاع المتوسط

$$\left[ \frac{٢٠}{٢} - (١٠٠٩١ + ٢٠ + ١٥٠) \frac{٢٠ + ١٠٠٩١}{٢} \right] ٢ =$$

$$\left[ \left( \frac{صفر + صفر + ١٨ + ٨}{٤} \right) \left( ١ - \frac{٢(١٠٠٩١)}{٢} \right) \right] =$$

$$\text{الارتفاع ق م} = ١٨ = \frac{١}{١٥} \times ١٥٠ + ٨٠٠$$

$$\therefore \frac{٢}{٣} = \frac{(١٨ + \text{ص})}{١٥ \text{ ص}}$$

$$\text{ومن هنا ص} = ٢٠٠ \text{ متر}$$

$$\text{أى أن } ١٥ \text{ ص} = ٢٠٠ \text{ متر}$$

وهل هذا فإن حجم المنشور ا ب ح و = القاعدة ا ب ح و × الارتفاع

$$\frac{١٨ + ١٨ + ٨ + ٨}{٤} \times ١٠٠ \times ١٥٠ = \text{المتوسط}$$

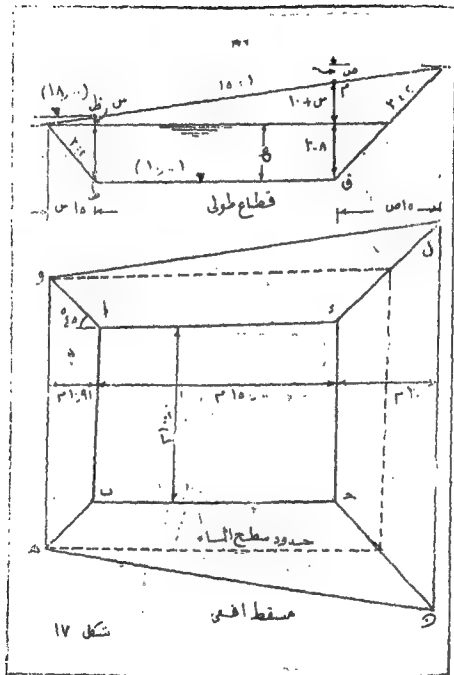
$$= ١٩٥٠٠٠ \text{ م}^٣$$

حجم المنشور ا ب ح و = مساحة ا ب ح و × الارتفاع المتوسط

$$= ١٠٠٩١ \times ١١٠٠٩١$$

$$\frac{٨ + ٨ + صفر + صفر}{٤}$$

$$= ٤٨٤٠٠١١ \text{ م}^٣$$



$$\begin{aligned} \text{حجم المنشور } \text{هـ هـ ل} &= \text{مساحة } \text{هـ هـ ل} \times \text{الارتفاع المتوسط} \\ &= \frac{18 + 18 + \text{حفر} + \text{حفر}}{4} \times 30 \times 130 = \\ &= 220100 \text{ م}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{حجم المنشور } \text{و ل و} &= \text{مساحة } \text{و ل و} \times \text{الارتفاع المتوسط} \\ &= \left[ \frac{30 + 1091}{2} - (1091 + 30 + 150) \right] \times \\ &\quad \left[ \frac{30}{2} - \frac{(1091)^2}{2} - \frac{(30)^2}{2} \right] \times \\ &\quad \left[ \frac{\text{حفر} + \text{حفر} + 18 + 18}{4} \right] \times \\ &= 22071308 \text{ م}^3 \end{aligned}$$

$$\text{حجم المنشور } \text{ب هـ هـ هـ} = \text{حجم المنشور } \text{و ل و} = 22071308 \text{ م}^3$$

$$\therefore \text{حجم الآتية الكلى ناتج الحفر} = 27908237 \text{ م}^3$$

عند امتلاء الخزان بالماء فإن ارتفاع الماء سيكون مساوياً (٨ - ٥) متر

$$\text{أى أن ع} = 7373 \text{ متر}$$

وفي هذه الحالة يمكن إيجاد حجم الماء على أنه حجم المنشور المجسم الذى قاعدته السفلى مستطيل  $100 \times 150$  وقاعدته العليا مستطيل أبعاده  $(1091 \times 2 + 10000)$ ،  $(1091 \times 2 + 10000)$  وقاعدته المتوسطة مستطيل أبعاده  $(1091 + 15000)$ ،  $(1091 + 15000)$  وبهذا يكون حجم المياه .



- ۲۱۱ -

$$\text{مساویا } \frac{ع}{۷} [س_۱ + س_۲ + س_۳]$$

$$\text{جیٹ س}_۱ = ۱۰۰ \times ۱۵۰ = ۱۵۰۰۰ م^۲$$

$$\text{س}_۲ = ۱۷۱۰۸۲ \times ۱۲۱۰۸۲ = ۲۰۹۳۱۱۱ م^۲$$

$$\text{س}_۳ = ۱۶۰۰۹۱ \times ۱۱۰۰۹۱ = ۱۷۸۲۶۵۲ م^۲$$

$$\therefore \text{حجم الماء} = \frac{۷۲۷۳}{۷} [۲۰۹۳۱۱۱ + ۱۷۸۲۶۵۲ \times ۲ + ۱۵۰۰۰]$$

$$= ۱۴۰۰۸۶.۳۶ م^۳$$

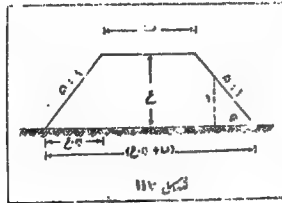
### ١١٧ : المكعبات من القطاعات الطولية والعرضية

تستعمل هذه الطريقة في المشاريع الممتدة على طول محور مثل أعمال الترميم والطرق والمصارف ، وتعتمد على تشكيل قطاعات طولية وعرضية بعد توقيع خط المشروع ، ومن هذه القطاعات : يمكن تحديد مناطق الحفر والردم .

ولتعيين أية مكعبات في أى منطقة تقسم على عدة أجزاء كل منها محصور بين قطاعين عرضيين مع اعتبار أن الأرض منتظمة الميل في هذه المنطقة ، وبحسب كل جزء على حدة بإعتبار منشور مجسم .

وفي حالة الجسور والطرق — تحسب القطاعات العرضية حسب ميول الجوانب ويكون ارتفاع المنشور هو المسافة بين كل قطاعين — والقطاعين هما القاعدتين  $a$  ،  $b$  .

فإذا كان لدينا طريق بمرصف ب متر مثلاً وميول جوانبه ١ : ٥ ( أى ١ رأسى ٥ أفقى ) وأرتفاعه هو ٥ متر فمثلاً فيمكن حساب أبعاد القطاع كما في شكل ( ١١٧ ) ، وبذلك تكون مساحة القطاع مساوية :



(٦٢)

$$م = (ع + ح) ع$$

فإذا فرض أن عرض الطريق ١٠ متر مثلاً، أن الميول الجانبية لقطاعه ٣ : ٢ وأن ارتفاع الحفر في القطاع هو ٦ متر فإن  $ح = ٤$  وتكون مساحة القطاع هي :

$$مساحة القطاع = (٦ \times \frac{٢}{٢} + ١٠) \times ٦ = ٦١ م٢$$

ولحساب مكعبات الحفر والردم يلزم الآتي :

١ - زعم القطاع الطولي وت حسب ارتفاعات الحفر والردم عند النقط

٢ - زعم القطاعات العرضية في النقط المختلفة

٣ - تعيين أماكن انفصال الحفر عن الردم

٤ - تعيين حجم نخل من الحفر والردم على حدة

ويلاحظ في حساب مكعبات الأنربة أن حجم التراب يرد عند الحفر نظراً لتفككه وأن كمية التراب المستعملة في الردم تقل بعد عملية الردم .

ولذا يؤخذ في الاعتبار أن :

كمية الأنربة المحفورة  $\approx ١.٢$  من المحسوب للحفر

كمية الأنربة اللازمة للردم  $\approx ١.١٠$  من الحجم المحسوب للردم .

### بعض المعادلات الناتجة في حساب القطاعات العرضية

في كل الحالات -نستعمل الرموز التالية (شكل ١٥٩)

ب = عرض الإنشاء و هو عرض القطاع في حالة الحفر و عرض الجسر  
في حالة الردم .

١ : ن = الميل الجانبي للقطاع ( ١ رأسى ، ه أفقى ) .

١ : م = إحدار الأرض في الاتجاه العرضى العمودى على محور المشروع .

ح = ارتفاع الحفر أو الردم عند المحور

ل<sub>١</sub> ، ل<sub>٢</sub> = المسافتان الأفقيتان بين المحور ونقطتى تقاطع الميول  
الجانبيه مع سطح الأرض الطبيعى رسميان ب عرض القطاع .

ح<sub>١</sub> ، ح<sub>٢</sub> = رسميان ارتفاع الحفر و هما الفرق بين منسوب الإنشاء وكل  
من نقطتى تقاطع سطح الأرض مع الميول الجانبيه .

(١٢)...

ملحوظة : عند ذكر الميل كنسبة فإن هذه النسبة تعنى  
ظل زاوية الميل (مثل ١ : ٥ أو ١ : م) وعليه فإن الرقم  
الأول دائما يكون الرأس والرقم الثانى هو الألقى

الحالة الأولى : سطح الأرض الطبيعي والانشاء ( قاع حفر أو سطح جسر) المقيان

شكل (١٥٨)

.. (١٤)

$$\text{المساحة} = ع (ب + ن ع)$$

الحالة الثانية : سطح الأرض الطبيعي ( فى جسر أو ترعة ) مائل فى الاتجاه العرصى

$$\text{فى المثلث ك ط س : } \frac{\text{س ط}}{\text{ط ك}} = \frac{\text{ن}}{١} \quad (\text{شكل ١٥٩})$$

$$\frac{\text{ب}}{\text{ن ٢}} = \text{ط ك}$$

$$\text{المساحة} = \text{ن ك ح م} + \Delta \text{ ح و ك} - \Delta \text{ س ص ك}$$

$$= \left[ \frac{\text{ب}}{\text{ن ٢}} - \text{ل ١} \left( \frac{\text{ب}}{\text{ن ٢}} + ع \right) + \text{ل ١} \left( \frac{\text{ب}}{\text{ن ٢}} + ع \right) \right] \frac{١}{٢}$$

$$(٦٥) \dots \boxed{\text{المساحة} = \frac{1}{2} \left[ \frac{b}{n} - \left( \frac{b}{n} + c \right) (l_1 + l_2) \right]}$$

هذه المعادلة صحيحة سواء أكان الميل المرحلي (١ : م) للمحسار واحد أو  
للمحسارين (١ : م ، ١ : ط) كما في شكل (١٦١)

أما لإظهار  $c$ ،  $c_1$ ،  $c_2$  :

$$\begin{aligned} \text{المساحة} &= \Delta \text{ وسط ص} + \Delta \text{ وسط ط} + \Delta \text{ حوط} + \Delta \text{ حوط} \\ &= \frac{1}{2} (b_1 + b_2 + c_1 + c_2 + c) (l_1 + l_2) \end{aligned}$$

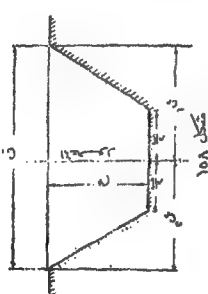
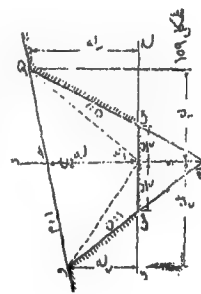
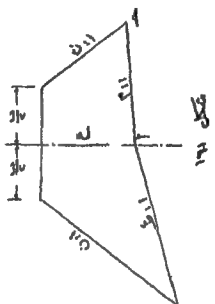
ومنها :

$$(٦٦) \dots \boxed{\text{المساحة} = \frac{1}{2} \left[ (l_1 + l_2) c + (c_1 + c_2) b \right]}$$

وهناك معادلتان آخرتان الأولى (٦٧) بدلالة  $l_1$ ،  $l_2$  والثانية (٦٨) بدلالة  
الإرتفاعات فقط .

$$(٦٧) \dots \boxed{l_1 \left[ \frac{b}{2} \right] = \text{المساحة}}$$

$$(٦٨) \dots \boxed{\text{المساحة} = n c_1 c_2 + \frac{1}{2} (c_1 + c_2) b}$$



ويمكن إيجاد قيم  $ل_٠$ ،  $ل_١$ ،  $ع_١$ ،  $ع_٢$  بدلالة عرض الإنشاء والميل والامتداد والارتفاع عند المحور وهذه القيم تربطها العلاقات الآتية :

$$\begin{aligned} \frac{f}{n-m} (ع + \frac{b}{2}) &= \frac{n}{n-m} (\frac{b}{m^2} + ع) + -\frac{1}{2} = ل_١ \\ \frac{f}{n+m} (ع + \frac{b}{2}) &= \frac{n}{n+m} (-\frac{b}{m^2} - ع) + \frac{1}{2} = ل_٢ \end{aligned}$$

(٦٩) ...

(٧٠) ...

$$\begin{aligned} (\frac{f}{n-m}) (\frac{b}{m^2} + ع) &= ل_١ \\ (\frac{f}{n+m}) (-\frac{b}{m^2} - ع) &= ل_٢ \end{aligned}$$

(٧١)

$$\begin{aligned} \frac{ل_١}{f} + ع &= ١ع \\ \frac{ل_٢}{f} - ع &= ٢ع \end{aligned}$$



وفي المعادلة التالية للمساحة بدون معرفة  $L$ ،  $l$ ،  $C$ ،  $c$ ،  $M$ ،  $m$

$$\text{المساحة} = (C + c + N) \frac{\frac{N}{2}}{\frac{N}{2} - 1} + (C + c + N) \frac{1}{2}$$

... (٧٢)

مثال :

يراد إنشاء جسر على أرض تميل في الاتجاه العرصى بمقدار ١ : ١٠ ، فإذا كان ارتفاع الجسر عند المحور = ١٠ م ، وعرض الجسر = ٣٠ م ، والمبولة الجانبية ١ : ٢ كما في شكل (١٦٠) .

أوجد عرض الجسر  $L$ ،  $l$  ومساحة القطاع .

الحل

$$L = \frac{2 \times 10}{2 - 10} \left( \frac{30}{20} + 10 \right) + \frac{30}{2} = ٤٣٧٥ \text{ م}$$

$$l = \frac{20}{12} (10 - 10) + 10 = ١٠ \text{ م}$$

$$\text{المساحة} = \frac{1}{2} (20 + 10) (٤٣٧٥ + ١٠) = ١٤٥٥٠ \text{ م}^2$$

$$= ١٤٥٥٠ \text{ م}^2$$

الحالة الثالثة : سطح الأرض الطبيعي عبارة عن انحدارين

قد يكون إحداهما الأرض عبارة عن انحدارين ١ : م ، ١ : ط كما في شكل (١٦١) . والمعادلات السابقة كما هي ولا تتغير إلا بوضع ط بدلا من م عند إيجاد ل<sup>١</sup> . بهذا تتغير معادلة المساحة (٧٢) لأنها تستعمل لميسل واحد فقط وتستعمل بدلا منها للمعادلة (٦٥) كما أن هناك معادلة يمكن استعمالها وهي :

$$\frac{1}{2} \frac{b}{n} - \left( \frac{b}{n^2} + c \right) \left( \frac{1}{2} \frac{b}{n} + l \right) = \text{المساحة}$$

(٧٣) ...

(٧٤) ...

$$\begin{aligned} \left( \frac{b}{n} - p \right) \left( \frac{b}{n^2} + c \right) &= 1c \\ \left( \frac{b}{n} + p \right) \left( \frac{b}{n^2} - c \right) &= 2c \end{aligned}$$

(٧٥) ...

$$\begin{aligned} \left( \frac{b}{n} - p \right) \left( c n + \frac{b}{2} \right) &= 1l \\ \left( \frac{b}{n} + p \right) \left( c n + \frac{b}{2} \right) &= 2l \end{aligned}$$

ولإذا وقع ا هـ بعيدا عن المحور فإن :

(٧٦) ...

$$\left( \frac{2}{n-m} \right) \left( c + \frac{b}{2} \right) = \sqrt{c}$$

المعادلة الرابعة : (التألق التالية)

شكل (١٦٢)

(٧٧) ...

$$\frac{\text{الحفر} \cdot \text{ل.ك}}{n_2}$$

(٧٨) ...

$$\frac{\text{الردم}}{n_2} = \text{هو د}$$

(٧٩) ...

$$\left\{ - (c_2 - \sqrt{c}) \left( c - \frac{b}{n_2} \right) \right\}^{\frac{1}{4}} = \text{الحفر ا ط ص}$$

$$\left\{ \left( c_2 - \frac{b}{2} \right) \frac{b}{n_2} \right\}$$

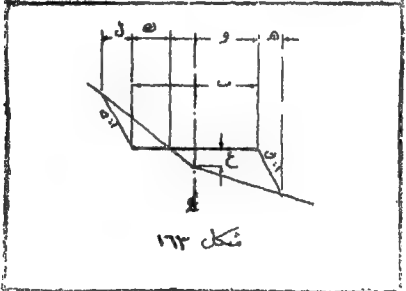
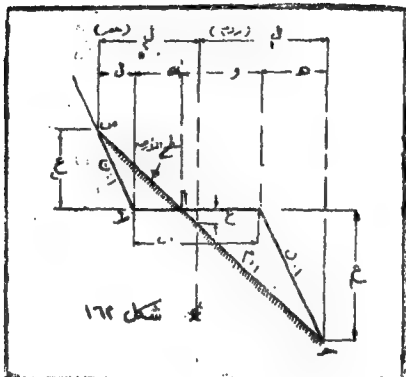
$$c_2 \left( c_2 - \frac{b}{2} \right)^{\frac{1}{4}} = \sqrt{c} \text{ معلومية}$$

$$\begin{aligned}
 & - (x + \frac{u}{v}) (x + \frac{u}{v}) \left\{ \frac{1}{v} = \text{الردم} \right. \\
 (٨٠) \dots & (x + \frac{u}{v}) \frac{u}{v} \\
 & x (x + \frac{u}{v}) \frac{1}{v} = \text{معلومية } x, u
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (\frac{r}{n-r})(x + \frac{u}{v}) &= \frac{n}{n-r} (\frac{u}{rv} + x) + \frac{u}{v} = u \\
 (\frac{r}{n-r})(x - \frac{u}{v}) &= \frac{n}{n-r} (x - \frac{u}{rv}) + \frac{u}{v} = v
 \end{aligned}$$

(٨١) ...

$$\begin{aligned}
 (٨٢) \dots & \frac{u}{r} + x = u \\
 & \frac{v}{r} - x = v
 \end{aligned}$$



الحالة الخامسة للناطق التاية وسطح الأرض الطبيعية ذو الصدران

شكل (١٦٢)

.. (٨٣)

$$\frac{ل ك}{ن٢} = \text{مفر}$$

$$\frac{ب}{ن٤} + \frac{ع(و+هـ)}{٢} = \text{ردم}$$

الحالة السادسة : حالة تغير الليول الجابية

شكل (١٦٢) مع اعتبار أن الميل الجابي في الردم هو : هـ وفي المفرد

هو : ١ هـ

... (٨٤)

$$\frac{ب - ل٢}{ن٢} = ع$$

$$\left(\frac{٢}{ن-م}\right) \left(ع١ن + \frac{و}{٢}\right) = ل١$$

$$\frac{ب - ل٢}{ن٢} = ع٢$$

$$\left(\frac{٢}{ن-م}\right) \left(ع٢ن - \frac{و}{٢}\right) = ل٢$$

(٨٥)...

$$\begin{aligned} \text{مساحة الحفر} &= \frac{1}{4} \cdot \frac{(\mathcal{E} + \frac{\omega}{4})^2}{(\mathcal{N} - \mathcal{M})} \\ \text{مساحة الردم} &= \frac{1}{4} \cdot \frac{(\mathcal{E} - \frac{\omega}{4})^2}{(\mathcal{N} - \mathcal{M})} \end{aligned}$$

مثال

طريق عرضه ٣٠ مترا وله ميل جانبي ١ : ١ في الحفر ، ١ : ٣ في الردم ،  
ميل الأرض الطبيعي ١ : ٥ فإذا كان عمق الحفر عند المحور ١٥٠ متر . أحسب  
المعرض الجانبية ل<sub>١</sub> ، ل<sub>٢</sub> ، ومساحة كل من الحفر والردم .

الحل

حيث أن الميل متغيرة نطبق المساواة (٨٤) لإيجاد ل<sub>١</sub> ، ل<sub>٢</sub> والمساواة  
(٨٥) لإيجاد مساحات الحفر والردم .

$$(\mathcal{E} - \frac{\omega}{4})^2 = (\frac{\mathcal{M}}{\mathcal{N} - \mathcal{M}}) (\mathcal{E} + \frac{\omega}{4})^2 = \mathcal{L}_2$$

$$26025 = (\frac{\mathcal{M}}{\mathcal{N} - 5})$$

$$ل = (ع.ن + \frac{ص}{٢}) (\frac{ق}{١.٥-٢}) = (١٥ \times ١ + \frac{٢٠}{٢}) =$$

$$٢٠.٦٢ = (\frac{٥}{١-٥})$$

$$\frac{ص(١.٥ \times ٥ - ١٥)}{(٣ - ٥)} \cdot \frac{١}{٢} = \frac{ص(٢ - \frac{ص}{٢})}{(١.٥ - ٢)} \cdot \frac{١}{٢} = \text{مساحة الردم}$$

$$١٠.٤٥٦ =$$

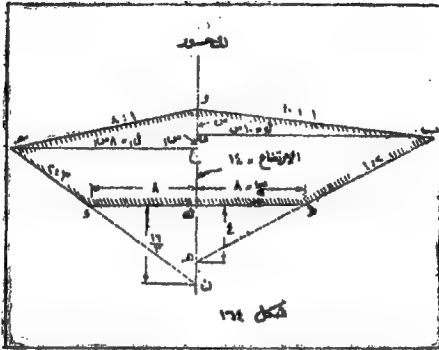
$$\frac{ص(١.٥ \times ٥ + ١٥)}{(١ - ٥)} \cdot \frac{١}{٢} = \frac{ص(٢ + \frac{ص}{٢})}{(١.٥ - ٢)} \cdot \frac{١}{٢} = \text{مساحة الحفر}$$

$$٦٢.٢٩ =$$

طريقة عامة لإيجاد المساحة بدون استعمال المعادلات السابقة

في كثير من الأحوال لا تكون المعادلات السابقة في متناول يدنا ونضطر لإيجاد المساحة من المبادئ الأولية . وفيما يلي خطوات تتبع في أي حالة ، وقد أخذت الحالة العامة التي فيها ميل الجوانب مختلفة والإنحدار العرضي مكون من إثنين مختلفين كما في الشكل (١٦١) .





وسنبين الخطوات بالمثل الموضح في نفس الشكل (١٦٤) والذي فيه عرض  
القطاع ب = ١٦ متر وارتفاع الحفر ع = ١٤ متر والميول كما هي مبينة  
في الشكل .

١ - نجد الجانبين ب ط ، ح و ل أن يقابلا المحور في هـ ، ن على الترتيب  
وهما لا يقابلان المحور في نقطة واحدة لإختلاف الميلين الجانبيين .

٢ - نسط من ب العمود ب ي ، ومن ح العمود ح ع على المحور ونرمز  
لعمودين ل ، ل م ، وللساقيتين و ي ، و ح بالرمزين س ، س ١ .

$$٢ - ب ي = ل = ١٠ س ، ح ع = ل = ٨ س .$$

٤ - المسافة ب ي = ٢ ي هـ لأن الميل الجانبي ١ : ٢ وعليه فإن :

$$= 228$$

$$10 \text{ م} = (14 + 10) \times \frac{1}{2} = 12 \text{ م} \text{ لأن ك ه}$$

$$\text{ومناص} = 2$$

$$20 = 2 \times 10 = \text{ل}$$

مساحة الجزء الأيمن من القطاع (ب ط ك و) =  $\Delta$  ب و ه -  $\Delta$  ط ك و

$$2204 = 4 \times 8 \times \frac{1}{2} - (1 + 14) 20 \times \frac{1}{2} =$$

$$1 - \text{المسافة ل} = \text{حج} = \frac{2}{3} (\text{عن}) = \frac{2}{3} (14 + 10) = \frac{16}{3}$$

$$108 =$$

$$2300 = \text{س}$$

$$2404 = 108 = \text{ل}$$

مساحة الجزء الأيسر من القطاع = و ك و ه =  $\Delta$  و ح ن -  $\Delta$  ك ن و

$$\frac{16}{3} \times 8 \times \frac{1}{2} - (\frac{16}{3} + 14) \times 2404 \times \frac{1}{2} =$$

$$22140 =$$

$$\text{مساحة القطاع} = 21400 + 204 = 21604$$

بهذه الطريقة يمكن إيجاد مساحة أى قطاع على أن المسالج كل نصف من

القطاع على حدة كما سبق شرحه.

### مثال :

أجريت ميدانية لعمل قطاع طولى على محور طريق على مسافات كل ١٠٠ متر وكانت مناسيب الأرض الطبيعية هي :

١٥٥٤٠ ١٧٥٥٠ ١٦٧٣٠ ١٧٢٢٠ ١٨٥٠٠ متر.

ويراد إنشاء طريق بحيث يكون منسوب أوله هو ( ١٨٥٠٠ ) وينحدر من بدايته إلى أسفل بمقدار  $\frac{1}{4}$  % ويكون عرض قطاعه ٨ متر والميول الجانبية للقطاع ٢ : ٢ سواء في الحفر أو الردم ، والمطلوب :

- ١ - أرسم قطاعا طوليا على ورقة المربعات بقياس رسم مناسب بين سطح الأرض الطبيعية و سطح الإنشاء وحدد عليه مناطق الحفر والردم .
- ٢ - أحسب إرتفاع الحفر والردم عند نقطة المحور المختلفة .
- ٣ - أوجد طول مسافة كل من الحفر والردم مع بيان الانقطاعات العرضية .
- ٤ - أحسب مكعبات الأتربة في كل الحفر والردم .
- ٥ - كمية الردم اللازم نقلها من أو إلى الموقع لإتمام هذا الطريق .

### الحل

شكل (١١٨) يوضح القطاع الطولى مبينا عليه سطح الأرض الطبيعية و سطح الإنشاء ، ومناطق الحفر والردم، وإرتفاعات الحفر والردم عند الانقطاعات المختلفة ، وقد حسبت مساحات القطاعات المختلفة حسب المعادلة (٦٢) وبينت على القطاع ثم حسبت مكعبات الحفر ومكعبات الردم وبينت أيضا على القطاع .

حساب مساحات القطاع :

القطاع صفر : ارتفاعه = ٢.٦٠ متر

$$المساحة = \frac{15.80 + 8.0}{2} \times 2.60 = 20.94 \text{ م}^2$$

القطاع ١٠٠ : ارتفاعه = صفر

المساحة = صفر

القطاع ٢٠٠ : ارتفاعه = ٠.٧٠ متر

$$المساحة = \frac{10.10 + 8.00}{2} \times 0.70 = 6.33 \text{ م}^2$$

وهناك قطاع بين قطاع ٢٠٠ ، ٣٠٠ لا يوجد به حفر أو ردم ( ويسمى صفر حفر ردم ويوجد بعده عن قطاع ٢٠٠ بالنسبة والتناسب وذلك لمعرفة ارتفاع الردم في القطاع ٢٠٠ وارتفاع الحفر في القطاع ٣٠٠ ونلاحظ أنهم متساويان أي أن قطاع صفر حفر ردم يقع في منتصف المسافة بين القطاعين .

القطاع ٣٠٠ : ارتفاعه = ٠.٧٠ متر .

$$المساحة = \frac{10.10 + 8.00}{2} \times 0.70 = 6.33 \text{ م}^2$$



القطاع ٤٠٠ : ارتفاعه = ٢٠٠ مترا

$$٢٢٢ = ٢ \times \left[ \frac{١٤٠٠ + ٨٠١٠٠}{٢} \right] = \text{المساحة}$$

حساب كميات الحفر والردم

$$\text{حجم الجزء الأول (ردم)} = \frac{ع}{٢} (١م + ١,٢)$$

$$١٥٤٧ = \frac{١٠٠}{٢} (٢٠٩٨ + \text{صفر})$$

$$\text{حفر الحفر الثاني (ردم)} = \frac{ع}{٢} (١م + ١,٢)$$

$$٢١٦٥ = \frac{١٠٠}{٢} (٦٢٢ + \text{صفر})$$

$$\text{حجم الجزء الثالث (ردم)} = \frac{ع}{٢} (١م + ١,٢)$$

$$١٥٨٢ = \frac{٥٠}{٢} (٦٢٢ + \text{صفر})$$

$$\text{حجم الجزء الرابع (حفر)} = \frac{ع}{٢} (١م + ١,٢)$$

$${}^2\text{م} ١٥٨٢٢ = (\text{صفر} + ٦٢٢٢) \frac{٥٠}{٧} =$$

$$\text{حجم الجزء الخاص (حفر)} = \frac{٤}{٧} (١٢ + ٢٢)$$

$${}^2\text{م} ١٤١٦٢٦ = (٢٢ + ٦٢٢٢) \frac{١٠٠}{٧} =$$

$$\begin{aligned} \text{مجموع مكعبات الحفر} &= ١٥٨٢٢ + ٢١٦٢٥ + ١٥٤٧ = \\ &{}^2\text{م} ٢٠٢١٢٧ = \end{aligned}$$

$$\text{مجموع مكعبات الحفر} = ١٤١٦٢٦ + ١٥٨٢٢ = {}^2\text{م} ١٥٧٤٤٨$$

$$\text{السكينة الناتجة من الحفر} = ١٢٧ \times ١٥٧٤٤٨ = {}^2\text{م} ١٨٨٩٧٦١$$

$$\text{السكينة المطلوبة للردم} = ١٢١ \times ٢٠٢١٢٧ = {}^2\text{م} ٢٢٢٣٣٨٧$$

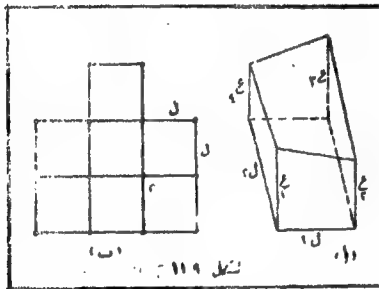
$$\begin{aligned} \text{السكينة اللازم نقلها إلى الموقع لإتمام الطريق} &= ١٨٨٩٧٦١ - ٢٢٢٣٣٨٧ = \\ &{}^2\text{م} ٣٣٤١١ = \end{aligned}$$

### ثالثاً - حساب السكينة من متناسب التلطف

إذا كان لدينا قطعة أرض على شكل مستطيل ويراد تسويتها على متناسب واحد فإن هناك احتمال أن نجرى عمليات حفر أو عمليات ردم أو عمليات حفر و ردم في نفس الوقت لإجراء التدوية المطلوبة .

ولحساب حجم الحفر أو الردم يفرض أن فترق الارتفاعات هذه القطعة عند أركان المستطيل هي  $ع_١$  ،  $ع_٢$  ،  $ع_٣$  ،  $ع_٤$  ، فيكون لدينا متواري الم. قطيقات الناقص ( شكل ١١٩ ) . مساحة قاعدته هي مساحة القطعة المستطيلة م. وهذا يسكون الحجم .

$$(٨٦) \quad \left[ \frac{ع_١ع_٢ + ع_٢ع_٣ + ع_٣ع_٤ + ع_٤ع_١}{4} \right] م = ح$$



ولذا كانت، مساحة الأرض كبيرة فأنها تقسم إلى مجموعة من المستطيلات أو المربعات على غرار الميزاية الشبكية وتوجد مناسيب أركان المستطيلات أو المربعات التي قسمت إليها القطعة ، ولو فرض في هذه الحالة أن العملية كلها حفر أو كلها ردم فنعين أولا ارتفاع كل دكن من أركان المستطيلات من منسوب المستوى المظنوب التسوية عليه ويكون الحجم الكلي للحفر أو الردم في هذه الحالة على ضوء المعادلة (٨٦) مساويا :



$$(٨٧) \dots \quad \left( \dots + {}_1C_4 + {}_2C_3 + {}_3C_2 + {}_4C_1 \right) \frac{r}{4} = c$$

حيث م مساحة المستطيل أو المربع الواحد

$C_1 =$  مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المفتركة في جزء واحد

$C_2 =$  مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المفتركة في جزئين ( أى التى تكرر في الحفر مرتين )

$C_3 =$  مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المفتركة في ثلاث أجزاء ( أى تكرر في الحجاب ثلاث مرات )

$C_4 =$  مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المفتركة في أربع أجزاء وهكذا  
أما إذا كانت المساحة مقسمة إلى مثلثات متساوية في المساحة فيكون  
الحجم الناتج عند التسوية هو :

$$(٨٨) \dots \quad \left( {}_1C_2 + {}_2C_1 + {}_3C_0 \right) \frac{r}{3} = c$$

مثال :

قطعة أرض طولها ١٢٠ متر وعرضها ٦٠ متراً شكل (١٢٠) حملت لها  
ميزانية شبكية بتقسيمها إلى مستطيلات متساوية وعينت مناسيب الأركان لكل  
من المستطيلات ، والمطلوب حساب مقدار الحفر اللازم لتسوية هذه المنطقة على  
منسوب (٤.٠٠) .

في شكل (١٢٣) بين مناصيب الأركان وبين أيضاً ارتفاعات الحفر اللازم  
عندها (الأرقام بين الأقواس) . ولحساب حجم المكعبات الردم نلاحظ أن  
الارتفاعات تتكرر إما مرة واحدة . أو مرتين أو أربعة مرات عند الحساب  
وبهذا فان :

(٢,٠٠)	(١,٠٠)	(١,٥٠)	(١,٢٠)
٦,٠٠	٥,٠٠	٥,٥٠	٥,٧٠
٤,٥٠ (٢,٥٠)	٤,٨٠	٤,٠٠	٦,٠٠ (٢,٠٠)
٣,٠٠ ٢,٠٠	(٢,٨٠)	(صفر)	٤,٠٠ ٥,٠٠
٥,٥٠ (١,٥٠)	٤,٦٠ (٢,٦٠)	٤,٠٠ (صفر)	٥,٠٠ (١,٠٠)
شكل (١٢٠)			

١ ع	٢ ع	٣ ع	٤ ع
١٧٧	١٥٥	—	صفر
٢٠٠٠	١٠٠٠	—	٠,٨٠
١٠٠٠	٠,٥٠	—	
١٥٠٠	٦٠		
	صفر		
٢٠٠٠			
٦٢٢	٥٣٦	صفر	٠,٨٠

$$\text{ويكون الحجم ح} = \frac{f}{4} (e_1 + e_2 + e_3 + e_4)$$

$$= \frac{120}{4} (٦٢ + ٥٦ \times ٢ + ٣ \times ٢ + ١٨ \times ٤)$$

$$= ٦١٨ م^٢$$

أحيانا تكون طبيعة سطح الأرض داخل المستطيل أو المربع الواحد متغيرة بحيث لا يمكن اعتبار أن نقط الأركان تقع على سطح مستوى واحد ، لذلك وللحصول على نتائج أدق تقسم الأرض إلى مثلثات وذلك بتوصيل أقطار المربعات أو المستطيلات المقسمة إليها القطعة ، ويجب علينا أن نختار القطر المطابق لسطح الأرض أكثر من غيره - وبحسب كل قسم على حدة بإعتبار أنه متوازي مستطيلات مثلث ناقص .

مثال :

قطعة أرض مبنية في شكل (١٢١) - عينت مناسيب أركانها ووصلت الأقطار المطابقة لسطح الأرض والمطلوب حساب مقدار الحفر اللازم لتسوية هذه المنطقة على منسوب (٤٢٠) .



$$\frac{f}{3} = (\text{ع} + \text{ع}٢ + \text{ع}٣ + \text{ع}٤ + \text{ع}٥ + \text{ع}٦ + \text{ع}٧)$$

$$\text{حيث م هي مساحة المثلث} = \frac{٢٠ \times ٢٠}{٢} = ٢٠٠ \text{ متر مربع}$$

$$\frac{٢٠٠}{٣} = (\text{ع}١٠ + \text{ع}١١ + \text{ع}١٢ + \text{ع}١٣ + \text{ع}١٤ + \text{ع}١٥ + \text{ع}١٦ + \text{ع}١٧ + \text{ع}١٨ + \text{ع}١٩ + \text{ع}٢٠)$$

$$\frac{٢٠٠}{٣} = (\text{ع}٢١ + \text{ع}٢٢ + \text{ع}٢٣ + \text{ع}٢٤ + \text{ع}٢٥ + \text{ع}٢٦ + \text{ع}٢٧ + \text{ع}٢٨ + \text{ع}٢٩ + \text{ع}٣٠)$$

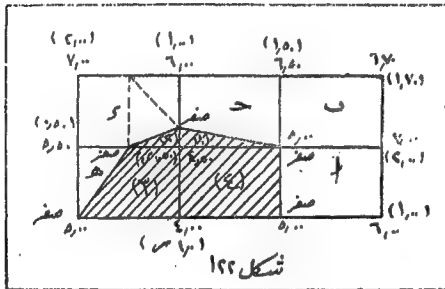
$$١٤٤٧٠ \times \frac{٢٠٠}{٣} = ٩٦٤٦٦٦ \text{ متر مكعب}$$

وإذا كانت المنطقة المطلوبة تسويتها بما جزء حفر وآخر ردم فيجب أولاً أن نعين الحد الفاصل بين الردم أي يجب أن نحسب خط السكتور الذي منسوبه يساوي منسوب التصوية .

مثال ٢ :

قطعة أرض طولها ١٢٠ متراً وعرضها ٦٠ متراً عملت لها ميزانية شبكية بنقطة يمتد إلى ستة مسطحات ٢٠ × ٤٠ وعينت منحاسب أركانها شكل (١٢٢)

والمطلوب هو تسوية هذه النقطة على منسوب (٥٠٠) ولإيجاد كميات الحفر والردم اللازمة .



قبل البدء في حساب الحجم حددت نقطه صفر حفر ردم بالنسبة والتناسب كما في شكل (١٢٢) ، وعلى ذلك يكون حجم الردم هو .

$$١٢ + ٢٢ + ٢٢ + ٢٢ = ٨٨$$

$$٢٢٢٢ = \frac{١٠٠}{٢} = \frac{١}{٢} \times \frac{١}{٢} \times \frac{٤٠ \times ١٠}{٢} = ١٢$$

$$٢٢٢٢ = \frac{٨٠}{٢} = \frac{١}{٢} \times \frac{١}{٢} \times \frac{٢٠ \times ١٠}{٢} = ٢٢$$

$$\frac{٢ \times ٣٠ \times ٦٠}{٢ \times ٨} = \left[ \frac{١٥٠ + ٠,٥٥}{٤} \right] ٣٠ \left( \frac{٤٠ + ٢٠}{٢} \right) = ٢٢$$

$$٢م٢٢٧,٥٥ =$$

$$٢م٤٥٠ = \frac{(١٥٠ + ٠,٥٥) ٤٠ \times ٣٠}{٤} = ٤٢$$

$$٢م٨٢٧,٥٥ = ٤٥٠ + ٢٢٧,٥٥ + ١٦,٧ + ٣,٧٣ = \text{حجم الردم}$$

$$\text{حجم المخزح} = ١٢ + ١٢ + ١٢ + ١٢ + ١٢ = ٥٤$$

$$\frac{(١ + ٢ + ٣ + ٤ + ٥) ٤٠ \times ٣٠}{٤} = ١٢$$

$$٢م٩٠٠ =$$

$$\left[ \frac{\text{صفر} + ١,٥٥ + ١,٧ + ٢}{٤} \right] ٤٠ \times ٣٠ = ١٢$$

$$٢م١٥٦ = ٤٢٠ \times ٣٠٠$$

$$(٠,١٠ \times ١,٥٥ + \text{صفر} + \text{صفر}) + ٤٠ \left( \frac{٢٠ + ٣٠}{٢} \right) = ٥٢$$

$$٢م٥٢٥ =$$

$$\frac{٣٠ \times ٣٠}{٤} = ٢٢,٥$$

$$\frac{٣٠ \times ٣٠}{٣ \times ٢} + (١,٥٥ + \text{صفر} + \text{صفر})$$

$$٢م٦١٦,٧ = (١,٥٥ + ١,٥٥ + \text{صفر}) \frac{٣٠ \times ٣٠}{٣ \times ٢} +$$

$$C = \frac{20 \times 20}{2} \left[ \frac{10 + \text{صفر} + \text{صفر}}{3} \right]$$

$$C_{200} =$$

$$\text{حجم الحفر} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5$$

$$= 900 + 1060 + 620 + 916.7 + 50$$

$$= 2406.7 \text{ م}^3$$

( يلاحظ هنا أنه عند حساب الحجم عند (د) قسمة المساحة إلى مجموعة من المستطيلات والمثلثات وحيث لإرتفاعات الانحدار العمودية عندها بالنسبة والتناسب وعلومية أرتفاعات الأحرف الأخرى على الخطوط الأصلية ) .

وغالبا ما تكون حدود الأرض غير منتظمة وتكون الأجزاء المتطرفة في هذه الأحجار المثلثات أو أشباه منحرفات ولذا تحسب حجم هذه الأجزاء منفردة وتضيفها إلى الحجم الناتجة من المستطيلات أو المربعات المتشابهة لتحصل على الحجم السكلى .

#### وأيضا - حساب الكميات من خطوط السكتور

يكن حساب الكميات اللازمة لتسوية قطعة الأرض مباشرة من الخرائطة السكتورية للمنطقة التي تقع الأرض في نطاقها وشكل (١٢٣) يبين قطعة أرض مرسوم خطوط سكتورها ويراد تسويتها على منسوب (٨٠٠) فيكون في هذه الحالة كوتور ٨٠٠ هو خط لفصل الحفر عن الردم وتكون المساحة التي بمنسوب أعلى من ٨٠٠ حفر والمساحة ذات المنسوب أقل من ٨٠٠ عبارة من ردم .



كوتور ١٠ = ١م١٠٠ ، كوتور ٩ = ٢م٧٠٠ ، كوتور ٨ = ٣م٤٠٠  
 كوتور ٧ = ٤م٤٨٠ ، كوتور ٦ = ٥م٦٢٠ ، كوتور ٥ = ٦م٧٠٠  
 والمطلوب هو تسوية هذه الأرض حتى منسوب (٧٠٠)، أوجد كمية  
 الردم والحفر اللازم لإتمام التسوية .

الحل

كمية الحفر = ح ١٠ - ٩ + ح ٨ - ٨ + ح ٧ - ٨

$$1 \times \left( \frac{٢٠٠ + ٤٠٠}{٢} \right) + 1 \times \left( \frac{١٠٠ + ٢٠٠}{٢} \right) =$$

$$1 \times \left( \frac{٤٠٠ + ٨٤٠}{٢} \right) +$$

$$٢م٨٩٠ = ٤٤٠ + ٣٠٠ + ١٥٠ =$$

كمية الردم = ح من ٧ لك ٦ + ح من ٦ لك ٥

$$(٧+١) \frac{٦٢٠ - ٧٠٠}{٢} + (١٢٠٠ + حفر) \frac{٤٨٠ - ٦٢٠}{٢} =$$

$$٢م١٩٠ = ١٢٠ + ٧٠ =$$

مثال ٢ :

قدت المساحة داخل كل كوتورية في مضخة جهاز البلاييمتر فكانت :

$$\text{كوتور } ٢٦ = ٨٠ \text{ م}^٢، \text{كوتور } ٢٤ = ١٣٠ \text{ م}^٢، \text{كوتور } ٢٢ = ١٦٠ \text{ م}^٢$$

$$\text{كوتور } ٢٠ = ٢١٠ \text{ م}^٢، \text{كوتور } ١٨ = ٢٥٠ \text{ م}^٢، \text{كوتور } ١٦ = ٣٠٠ \text{ م}^٢$$

$$\text{كوتور } ١٤ = ٣٢٠ \text{ م}^٢، \text{كوتور } ١٢ = ٤٠٠ \text{ م}^٢$$

فإذا كان المطلوب هو تسوية هذه الأرض حتى منسوب ( ١٩٠٠ ) فأوجد مقدار كلا من الحفر ، والردم اللازم لهذه التسوية.

الحل

$$\text{المساحة داخل كوتور } ١٩ = \text{متوسط المساحين داخل } ١٨ ، ٢٠$$

$$\text{م}^٢ ٢٢٠ = \frac{٢٥٠ + ٢١٠}{٢} =$$

$$\text{كمية الحفر} = \text{ح } ٢٦ - ٢٤ \text{ ح} + ٢٢ - ٢٢ \text{ ح} + ٢٠ - ٢٠ \text{ ح} + ١٩ - ٢٠$$

$$\text{كمية الحفر} = \left( \frac{١٣٠ + ٨٠}{٢} \right) + ٢ \times \left( \frac{٢١٠ + ١٦٠}{٢} \right) + ٢ \times \left( \frac{١٦٠ + ١٣٠}{٢} \right) + ١ \times \left( \frac{٢٣٠ + ٢١٠}{٢} \right)$$

$$+ ٢ \times \left( \frac{٢١٠ + ١٦٠}{٢} \right) + ١ \times \left( \frac{٢٣٠ + ٢١٠}{٢} \right)$$

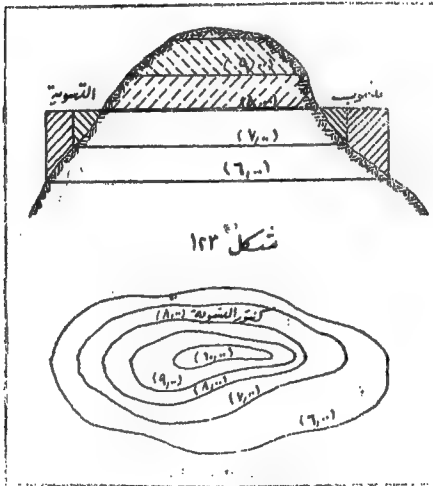
$$= ٢٢٠ + ٣٧٠ + ٢٩٠ + ٢١٠ =$$

$$= ١٠٩٠ \text{ متر مكعب}$$

$$\text{كمية الردم} = \text{ح } ١٨ - ١٩ \text{ ح} + ١٦ - ١٨ \text{ ح} + ١٤ - ١٦ \text{ ح} + ١٢ - ١٤ \text{ ح}$$

ولإيجاد مكعبات الحفر والردم في هذا المثال يجري الآتي :

- ١ - تحسب المساحة المحصورة داخل كوتور (١٠٠٠) وداخل كوتور (٩٠٠) وداخل كوتور (٨٠٠) بالبلايمتر ويكون حجم الحفر مساوياً :



$$\frac{\text{مساحة كوتور (١٠٠٠)} + \text{مساحة كوتور (٩٠٠)}}{2} = 9.5$$

× الفترة الكوتورية

وهذا المقدار الذي يجب حفره حتى نصل إلى كوتور (٩٠٠)

$$\frac{\text{مساحة كوتور (٩٠٠)} + \text{مساحة كوتور (٨٠٠)}}{2} = ٨٥٠$$

× الفترة السكوتورية

$$\text{ويكون مجموع الحفر} = ١٠ - ٩٠٠ + ٨٥٠$$

٣ - لحساب الردم تحسب المساحة داخل الكوتور (٧٠٠) ونطرح منها مساحة (٨٠٠) ينتج مساحة الردم ونضرب هذه المساحة في متوسط الارتفاع حتى منسوب التسوية (٨٠٠) أي في  $(\frac{١+٢}{٢})$  ينتج الردم اللازم ما بين كوتوري (٧٠٠) ، (٨٠٠) ثم تحسب المساحة داخل الكوتور (٦٠٠) ونطرح منها مساحة (٧٠٠) وينتج مساحة الردم ونضربها في متوسط الارتفاع عن منسوب التسوية  $(\frac{٢+١}{٢})$  ينتج مقدار الردم اللازم حتى نصل من منحوب ٧ إلى ٦ ويكون مجموع الردم  $٨٥٠ - ٧٠٠ + ٦٠٠$

٤ - في هذا الحالة نحصل على أرض مستوية منسوبها ٨٠٠ وبسعة خط كوتور (٦٠٠) وجوانبها رأسية .

٥ - إذا أريد الحصول على أرض مستوية منسوب (٨٠٠) وبميل مساو للطيني فلا داعي الردم وإلا نحصل على أرض مستوية وبسعة خط كوتور (٨٠٠) بعد إتمام الحفر فقط .

مثال ١

فدريت المساحة داخل كل خط كوتور بالبلايتم في هضبة فكانت كما يلي

$$= 247 =$$

$$\left(\frac{2+1}{\frac{1}{2}}\right)(200=200) + \left(\frac{1+\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}}\right)(220-200) =$$

$$\left(\frac{2+1}{\frac{1}{2}}\right)(220-200) + \left(\frac{1+\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}}\right)(220-220) +$$

$$1 \times 80 + 1 \times 20 + 2 \times 50 + \frac{1}{2} \times 20 =$$

$$770 = 80 + 20 + 100 + 10 =$$

### مكعبات الاكبر في المنحنيات

تؤخذ القطاعات العرضية في المنحنيات في اتجاه القطر (عمودي على المماس) بهذا لا يمكن تطبيق قاعدة المنشور المجسم أو متوسط المقاعدتين لإيجاد الحجم من أي قطاعين لأنها غير متوازيين .

وفي الأحوال العادية التي لا تتطلب دقة كبيرة يهمل تأثير هذا الانحناء وتعتبر كل قطاعين قطريين متساويين متوازيين ، تأثير الانحناء قد يكون كبيرا في المنحنيات الحادة ذات نصف القطر الصغير ويكون التأثير أكبر إذا كانت كمية الحفر أو الردم كبيرة وأيضا في حالة عدم تماثل القطاع حول المحور . في هذه الحالة لابد من حساب التأثير .

### حساب الكميات في المنحنيات

تبعا لنظرية (Pappus) باباس فإن حجم أي جسم ناتج عن تحريك مساحة متوية حول محور ثابت مسافة ما ، يساوي حاصل ضرب مساحة هذا القطاع ، طول مسار مركز ثقلها . ويمكن إيجاد متوسط مساحات القطاعات في مسافة ما وأختبار أن هذا القطاع يمثل القطاعات المختلفة في المسافة وبحسب مركز ثقله  $m$  تضرب هذه المساحة  $\times$  مسار مركز الثقل فينتج الحجم .

وتوجد لذلك طريقتان :

### الطريقة الأولى :

١ - نضع الجسم إلى عدة قطاعات وتسوق المسافات بين القطاعات المختلفة على الرقعة المطلوبة .

٢ - نوقع مراکز ثقل القطاعات المختلفة . ونفرض أنها على أبعاد  $ه_١, ه_٢, ه_٣, \dots$  عن محور الطريق شكل ( ١٩٣ ) ثم نوقع  $ه_١, ه_٢, ه_٣, \dots$  على المسقط الأفقى للطريق شكل ( ١٩٤ ) .

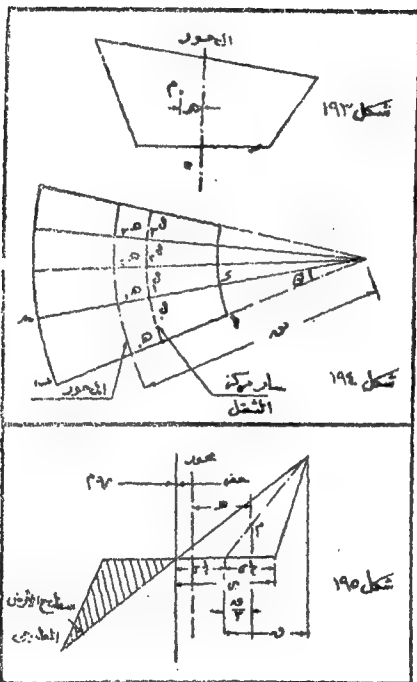
٣ - نقيس المسافة  $ل_١, ل_٢, \dots$  بين مراكز الثقل المتتالية بأى طريقة من الرسم على طول المنحنى أو يمكن اعتبار أن  $ل_١$  قوس من دائرة

$$\text{نصف قطرها ( م )} = \frac{ه_١ + ه_٢}{٢} \text{ وبالتالى للأطوال } ل_١, ل_٢, \dots$$

٤ - نفرض أن مساحات القطاعات هي  $ح_١, ح_٢, ح_٣, \dots$

$$\text{الحجم الكلى} = \frac{١}{٢} ل_١ (ح_١ + ح_٢) + \frac{١}{٢} ل_٢ (ح_٢ + ح_٣) + \dots$$

٥ - يمكن اتباع هذه الطريقة في إيجاد حجم كل من الحفر والردم في حالة الجسر المبين في شكل ( ١٩٥ ) . ويمكن بعد مركز الثقل عن محور الطريق في القطاعات الشديدة بالقطاع المبين في شكل ( ١٩٦ ) من المعادلة التالية :





$$(٨٩) \quad \dots \left[ \frac{L_1 \cdot L_2 (L_1 + L_2)}{2 \cdot S} = 0 \right]$$

حيث :

S = مساحة التقاطع الكلية

١ : ط لإصدار الأرض الطبيعية في الإجهاد العمودي على محور الجسر .

وعندما يكون سطح الأرض الطبيعية أفتيا والميل الجانبية لقطاع متساوية فإن مركز ثقل القطاع يقع على المحور . أما إذا كان الميل الجانبية مختلفه و سطح الأرض الطبيعية أفقى فيحدد مراكز الثقل باعتبار أن القطاع شبه منحرف ، وأصب طريقة لذلك هى بأخذ عزوم أو بالطرق البيانية .

### الطريقة الثانية :

١ - نفرض في شكل (١٩٤) أن مساحة كل من القطامين  $\alpha$  ،  $\beta$  ،  $\gamma$  ثابتة وأن الحجم حسب على أساس أنه يساوى المساحة  $\times$  المسافة بينها على المحور.

٢ - بما لنظرية بإس فإن الحجم المحسوب بإستعمال طول المحور به خطأ قدره ( ط ) .

ط = المساحة  $\times$  ( طول المحول بين القطامين - طول مسار مركز الثقل )  
 $\beta$  - وعموما فإن المساحة ( س ) في الطبيعة تتغير عادة من وضع لآخر على المحور وبذا فإن مسار مركز الثقل لا يكون جزءا من قوس دائرى ومن الصعب حساب طول مثل هذا المسار . إذا تطبق التصحيح على المساحات مع أخذ المسافات على المحور .

٤ - لهذا نفرض نفرض أن :

نصف قطر المحور =  $r$

زاوية دوران مستوى القطاع =  $\theta$

البعد بين مركز ثقل القطاع والمحور =  $h$

ح =  $s (r - h - \theta)$

وتمتص ( ه ) موجبة إذا إلى الخارج من المحور بعيدها عن المركز واصبح الحجم .

$$ح = س (هـ + هـ)$$

الخطأ في حساب الحجم  $\pm س هـ هـ$

$$\pm س هـ هـ \times \frac{\text{طول المحور}}{س}$$

$$\pm \text{الحجم العادي} \cdot \frac{هـ}{س}$$

$$\pm \frac{س هـ هـ}{هـ س} = \text{الخطأ في الحجم لوحدات المسافات}$$

... (٩٠)

$$\pm \frac{س هـ}{س هـ} = \text{الخطأ في الحجم لوحدات المسافات}$$

هذا التصحيح يضاف أو يطرح من المساحة عند كل قطاع ثم تطبق المعادلات العادية لإيجاد الحجم في حالة الخطوط المستقيمة .

٥ - هذا بالطبع ليس دقيقا تماما ولكن في حالة أنصاف الأقطار الصغيرة أو عندما تكون هـ كبيرة فإن النتيجة تكون أقرب كثيرا إلى الصحة لو لم نستعمل التصحيح .

٦ - ويمكن تطبيق المعادلة لإيجاد الحجم مباشرة .

... (٩١)

$$ح = \frac{ل}{٢} (س١ + س٢) \left( 1 \pm \frac{هـ}{س} \right)$$

- حيث  $ل$  = طول القوس مقابلا على المحور .  
 $س_١$  ،  $س_٢$  = مساحتا القطاعين الأول والآخر على الترتيب .  
 $هـ$  = البعد بين مركز ثقل القطاع الأوسط والمحور .  
 $نق$  = نصف قطر المحور .

والإشارة السالبة تؤخذ دائما عندما يكون مركز الثقل إلى الداخل ، بالنسبة للمحور ناحية مركز القوس . وموجبا إذا كانت خارجة .

## تسوية الأراضي للرى

من المبررات الهامة والتطبيقية للساحة هو حساب المناسيب الواجب تسوية الأرض عليها لإعدادها للزراعة ، ومن ثم حساب كميات الحفر أو الردم اللازمة لعمل التسوية بأقل تكاليف ممكنة .

وهناك عدة طرق مستخدمة لحساب تسوية الأراضي تقوم على نوع التسوية المطلوبة على شكل الأرض بعد التسوية هل سيكون أفقياً أو منحدر في اتجاه واحد أو اتجاهين متعاكسين ،

ومن هذه الطرق طريقه استعمال الخارطة والتي تلخص في النقاط التالية :

١ - عمل للمنطقة المراد تسويتها مبرأية شبكية بتقسيمها إلى مجموعات من المربعات أو المستطيلات ، وإيجاد مناسب أركان هذه المربعات أو المستطيلات .

٢ - يجب المتوسط للتسوية على أساس أنه المتوسط المتوسط من جميع مناسب أركان الشبكة ، أى أن :

$$\text{متوسط مناسب التسوية} = \frac{\text{جميع مناسب نقط الشبكة}}{\text{عدد النقاط}} \quad (٩٢)$$

٣ - بحسب عمق الحفر أو ارتفاع الردم عند كل نقطة من نقط الشبكة وذلك بمقارنة متوسط أى نقطة بمنسوب التسوية ، فإذا كان منسوب النقطة أعلى من منسوب التسوية كان المطلوب - فرق بمقدار الفرق بين المنسوبين ، أما إذا كان منسوب التسوية أعلى من منسوب النقطة كان المطلوب - إجراء ردم بمقدار فرق المنسوبين .

يُحسب عدد النقط التي سيتم فيها حفر لإجراء الندوية وكذلك عدد النقط التي سيتم فيها ردم .

٥ - تُحسب مساحة المنطقة كلها وكذلك مساحة الجزء الذي سيتم فيه الحفر في الأرض والجزء الذي سيتم فيه الردم . ويمكن الحصول على قيم تقريبية لمساحات الحفر أو الردم من المعادلات الآتية :

$$\text{مساحة الجزء المحفور} = \frac{\text{عدد نقط الحفر}}{\text{عدد النقط الكلية}} \times \text{المساحة الكلية للأرض}$$

(٩٢) ... ..

$$\text{مساحة الجزء المردم} = \frac{\text{عدد نقط الردم}}{\text{عدد النقط الكلية}} \times \text{المساحة الكلية للأرض}$$

(٩٤) ... ..

يُحسب متوسط عمق الحفر في المنطقة و، متوسط عمق الردم .

$$\text{متوسط عمق الحفر} = \frac{\sum \text{أعماق الحفر}}{\text{عدد نقط الحفر}}$$

(٩٥) ... ..

$$\text{متوسط ارتفاع الردم} = \frac{\sum \text{ارتفاعات الردم}}{\text{عدد نقط الردم}}$$

(٩٦) ... ..

٧ - وبذا يكون :

حجم كيات الردم = مساحة الردم  $\times$  متوسط إرتفاع الردم

حجم كيات الحفر = مساحة الحفر  $\times$  متوسط عمق الحفر

٨ - بحسب متوسط مكعبات التسوية (متوسط كيات الحفر والردم) .

ومن ثم يمكن حساب متوسط ما يخص كل فدان من مكعبات التسوية .

مثال :

قطعة أرض أبعادها ٢٥٠  $\times$  ٢٠٠ م أجريت لها ميدانية شبكية بفرض تسويتها وكانت أحضار مربعات الشبكة بطول ٥٠ متر . لحسب المنسوب التسوية المتوسطة ومقدار إرتفاعات الحفر أو الردم عند كل نقطة ومقدار ما يخص كل فدان من مكعبات التسوية ، وذلك إذا كانت مناسيب نقط الشبكة كالآتي :

٤٠٢٢	٤٠٠٥	٣٩٤٢	٣٩٠٢	٣٨١٢
٤٠٢٧	٤٠١٢	٣٩٤٢	٣٩٢٨	٣٨٣١
٣٩٥٨	٣٩٧٤	٣٩٤٤	٣٩٤٢	٣٩٤٠
٣٩٣٨	٣٩٢٢	٣٩١٢	٣٩٢٦	٣٩١٠
٣٩٥٢	٣٩٤٤	٣٩٦٨	٣٩٨٨	٣٩١٠
٣٩٧٩	٣٩٧٤	٣٩٢٨	٣٩٧٤	٣٩٥٨

### الحل

الجدول التالي بين مناسيب الأرض عند النقط المختلفة ومنه عين المنسوب

المتوسط التسوية ، وفي الجدول عينت إرتفاعات الحفر أو الردم .

رقم النقطة	منسوب الأرض	عمق الحفر	ارتفاع الردم	رقم النقطة	منسوب الأرض	عمق الحفر	ارتفاع الردم
١	٣٢١٢	٢٢٩	٢٢١٠	١٦	٣٢٣٦	٢٢٩	٢٢١٠
٢	٣٢٠٢	٢٢٩	٣٢٣٦	١٧	٣٢١٢	٢٢٩	٢٢١٠
٣	٣٢٤٢	٢٠١	٣٢٣٢	١٨	٣٢٣٨	٢٠١	٢٢١٠
٤	٤٢٠٥	٢٦٤	٣٢٣٢	١٩	٣٢٣٨	٢٦٤	٢٢١٠
٥	٤٢٢٢	٢٨١	٣٢٣٨	٢٠	٣٢٣٨	٢٨١	٢٢١٠
٦	٣٢٢١	٢١٠	٣٢٣٨	٢١	٣٢٣٨	٢١٠	٢٢١٠
٧	٣٢٢٨	٢١٣	٣٢٣٨	٢٢	٣٢٣٨	٢١٣	٢٢١٠
٨	٣٢٥٢	٢١١	٣٢٣٨	٢٣	٣٢٣٨	٢١١	٢٢١٠
٩	٣٢١٢	٢٧١	٣٢٣٨	٢٤	٣٢٣٨	٢٧١	٢٢١٠
١٠	٤٢٢٧	٢٨٦	٣٢٣٨	٢٥	٣٢٣٨	٢٨٦	٢٢١٠
١١	٣٢٤٠	٢٠١	٣٢٣٨	٢٦	٣٢٣٨	٢٠١	٢٢١٠
١٢	٣٢٤٢	٢٠١	٣٢٣٨	٢٧	٣٢٣٨	٢٠١	٢٢١٠
١٣	٣٢٤٤	٢٠٢	٣٢٣٨	٢٨	٣٢٣٨	٢٠٢	٢٢١٠
١٤	٣٢٧٤	٢٢٣	٣٢٣٨	٢٩	٣٢٣٨	٢٢٣	٢٢١٠
١٥	٣٢٥٨	٢١٧	٣٢٣٨	٣٠	٣٢٣٨	٢١٧	٢٢١٠
٤٢٥٩	٤٢٥٣	١٠٢٢٢٤	٤				

$$\frac{١٠٢٢٢٤}{٣٠} = \text{متوسط المنسوب بعد التصوية} = ٣٤١$$

من الجدول : عدد نقاط الحفر = ١٤



عدد نقط الردم = ١٦

$$\text{مساحة الجزء المحفور} = ٢٥٠ \times ٢٥٠ \times \frac{١٦}{٣٠} = ٢٢٢٢٢ \text{ متر}^2$$

$$\text{مساحة الجزء المردوم} = ٢٥٠ \times ٢٥٠ \times \frac{١٦}{٣٠} = ٢٦٦٦٧ \text{ متر}^2$$

$$\text{متوسط عمق الحفر} = \frac{٤٥٥٢}{١٦} = ٢٨٤.٥ \text{ متر}$$

$$\text{متوسط ارتفاع الردم} = \frac{٤٥٥٩}{١٦} = ٢٨٤.٩ \text{ متر}$$

$$\text{مكعبات الحفر} = ٢٢٢٢٢ \times ٢٨٤.٥ = ٧٥٥٠ \text{ م}^3$$

$$\text{مكعبات الردم} = ٢٦٦٦٧ \times ٢٨٤.٩ = ٧٦٥٠ \text{ م}^3$$

$$\text{متوسط مكعبات التحويل} = \frac{٧٦٥٠ + ٧٥٥٠}{٢} = ٧٦٠٠ \text{ م}^3$$

$$\text{متوسط ما يخص كل فدان} = \frac{٤٢٠٠.٨٣ \times ٧٦٠٠}{٥٠٠٠٠} = ٦٤٠ \text{ م}^3$$

### تسوية الأرض على ميل محددة

في بعض الأحيان تسرى الأرض بحيث يكون سطحها بعد التسوية مائلا في اتجاه معين وأفقى في الاتجاه العمودي وأحيانا مائلا في الاتجاهين المتعامدين وذلك لتحسين صرف المياه بعد الري ويمثل ما يتبع في الطريقة السابقة تعمل للمنطقة مزاية شبكية بفرض تعيين مناسيب الأرض الطبيعية عند نقاط الشبكة المختلفة .

وخطوات حساب التسوية في هذه الحالة تتلخص فيما يلي :

١ - توجد مركز ثقل المنطقة ( المركز الهندسى لشكل قطعة الأرض المطلوب تسويتها ) .

٢ - نحسب منسوب الانسوية لمركز ثقل المنطقة وليسكن ع م حيث

$$ع م = \frac{\text{مجموع مناسيب سطح الأرض عند الأركان}}{\text{عدد الأركان}} \quad \dots (١٧)$$

٣ - نمرر بمركز الثقل محورين متعامدين يمتدان باتجاه ميل الأرض .  
بمعلومية إختدار الأرض في كل اتجاه منها نحسب مناسيب التسوية لنقاط الشبكة المختلفة إبتداء من نقطة مركز الثقل ، ثم نعين إرتفاعات الردم وأعمالي الحفر .  
بمقارنة منسوب سطح الأرض الطبيعية عند كل نقطة بمنسوب التسوية . والمثال التالى يوضح الخطوات الجبرائية للتسوية .

مثال :

قطعة أرض مستطيلة الشكل أبعادها ١٨٠ × ٢٥٠ متر أقسمت إلى مستطيلات بأبعاد ٧٠ × ٦٠ متر ، عملت لها ميزانية شبكية ويراد تسويتها بميل إلى أسفل من الشمال إلى الجنوب مقداره ١ : ٢٥٠ ومن الغرب إلى الشرق بميل ١ : ٥٠ إلى أعلى . أوجد مقدار الحفر والردم عند كل نقطة من النقاط إذا كانت مناسيب الأركان هي :

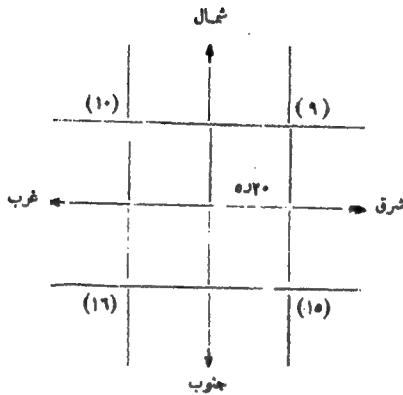
٢٢٦	٢٢٦	٤١٢	٨٠٧	٤٢٢	٦٢٢
٤٢٥	٢٢٢	٣١١	٢٢٤	٧٢٧	٤٢٤
٢٢٢	٨٠٠	٧٢٠	٦٢٣	٦٢٠	٦٢٤
٥١٢	١٢٦	٨٠٦	٤٢٦	٨٠١	١٢١

الحل

مركز ثقل القطعة هو مركز المستطيل أى يبعد عن الحافة السفلى ٩٠ متر وعن الحافة اليسرى ١٧٥ متر ومنسوبه هو متوسط جميع مناسيب الأركان ، أى أن

$$\text{منسوب المركز} = \frac{١٢٤٠٨}{٢٤} = ٥١٦.٥$$

ولحساب منسوب التسوية لنقطة مثل (٩) شكل (١٢٤) نجد أن هذه النقطة تبعد بمقدار ٢٠ متر شمالاً عن مركز الثقل وبمقدار ٣٥ متر شرقاً عن مركز الثقل



شكل ( ١٢٤ )

وبذا يكون منسوب التسوية لهذه النقطة  $٣٠ + \frac{1}{٢٥} \times ٢٥ + ٥٢٠ =$

$$٦٠٢ = \frac{1}{٢٥} \times$$

ونقطة مثل ( ١٠ ) منسوب التسوية  $٣٠ + \frac{1}{٢٥} \times ٢٥ - ٥٢٠ =$

$$٤٦٢ = \frac{1}{٢٥} \times$$

ونقطة ( ١٥ ) منسوب التسوية  $٣٠ - \frac{1}{٢٥} \times ٢٥ + ٥٢٠ =$

$$٥٧٨ = \frac{1}{٢٥} \times$$

ونقطة (١٦) منسوب التسوية = ٥٠.٢٠ =  $\frac{1}{20} \times ١٠٠٠ - ٢٠$

$$\times \frac{1}{20} = ٤٣٨ \text{ متر}$$

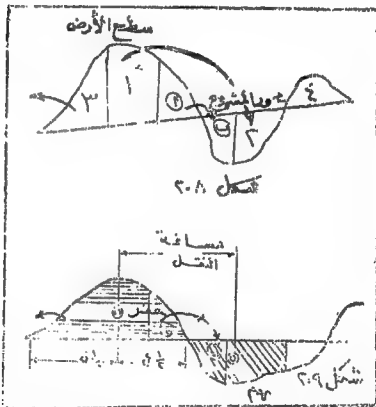
وبالتالى لباقي النقط، والجدول التالى يبين مناسيب الأرض الطبيعية.

ومناسيب التسوية للنقط المختلفة وكذلك إرتفاعات الحفر ولتردم عند كل نقطة.

رتب النقطة	منسوب الأرضي	منسوب التسوية	حفر الحفر	رتب النقطة	منسوب الأرضي	منسوب التسوية	حفر الحفر	رتب النقطة
١	٦٢٠	٩٥٨	١٢	٢١	٦٢٦	٩٥٨	١٢	٢١
٢	٤٢٤	٧١٨	١٢	٢٢	٦٢٦	٩٥٨	١٢	٢٢
٣	٨٥٧	٥٧٨	١٥	٢٣	٦٢٦	٩٥٨	١٥	٢٣
٤	٤٢١	٤٣٨	١٦	٢٤	٦٢٦	٩٥٨	١٦	٢٤
٥	٧٢٦	٣٩٨	١٧	٢٥	٦٢٦	٩٥٨	١٧	٢٥
٦	٣٢٦	١٥٨	١٨	٢٦	٦٢٦	٩٥٨	١٨	٢٦
٧	٤٢٤	٨٣٤	١٩	٢٧	٦٢٦	٩٥٨	١٩	٢٧
٨	٧٢٧	٦٩٤	٢٠	٢٨	٦٢٦	٩٥٨	٢٠	٢٨
٩	٢٢٤	٥٥٤	٢١	٢٩	٦٢٦	٩٥٨	٢١	٢٩
١٠	٣٢١	٤١٤	٢٢	٣٠	٦٢٦	٩٥٨	٢٢	٣٠
١١	٢٢٢	٣٧٤	٢٣	٣١	٦٢٦	٩٥٨	٢٣	٣١
١٢	٤٢٥	١٣٤	٢٤	٣٢	٦٢٦	٩٥٨	٢٤	٣٢

## مسافات وكميات النقل

عند إنشاء خطوط التفتك الحديدية وشبكات الطرق الجديدة يجب مراعاة أن تكون محاور هذه المشروعات ذات ميل ميسر ويجب عدم تجاوزها حتى يمكن للقطارات والسيارات أن تمرى عليها بسرعتها التصميمية . وعند تنفيذ ذلك ستواجهنا مشكلة إجراء عمليات حفر وردم على طول هذه المحاور وفي المداخل القيدية لمشروعات الطرق والتفتك الحديدية تعمل قطاعات طويلة بين سطح الأرض الطبيعية و سطح الإنشاء - ( شكل ٢٠٨ ) وقطاعات



عرضية بين مقطع الطريق المقترح ، ومن هذه القطاعات الطولية والعرضية تحسب كميات الحفر والردم اللازمة لتنفيذ المشروع . كما تساعد هذه القطاعات

على كيفية توزيع هذه الكميات من الأتربة بحيث تنقل الأتربة ناتج الحفر في القطوع إلى مناطق الردم لتنفيذ الجسور ، ومنها نستطيع أن نبين الكميات التي نستطيع نقلها إما بالعمال أو بالبلدوزرات وهي ما نطلق عليه كميات النقل للسجوح ، مثل نقل السكينة ( ١ ) إلى (ب) في شكل (٢٠٨) . كذلك من هذه القطاعات يمكن تحديد الكميات التي ستقل بواسطة وسائل النقل وهي ما نطلق عليها النقل الزائد مثل نقل السكينة (١) إلى (٢) في شكل (٢٨٠) . كما أنه من هذه القطاعات يمكننا تحديد ما إذا كنا في حاجة إلى نقل كميات من الأتربة خارج منطقة العمل مثل السكينة (٣) في شكل (٢٠٨) لعدم الحاجة إليها في عمليات الردم (استهلاك) . أو كنا في حاجة لأتربة من خارج الموقع لتكملة تنفيذ ردم الجسور (قرض) .

#### مسافة النقل

( Haul Distance )

مسافة النقل تساوي البعد بين مركز ثقل الحفر ومركز ثقل الجزء من الجسر الذي يملأ هذا الحفر ، وشكل (٢٠٩) يبين قطاعا طويلا لمشروع حيث نجد أن كميات الحفر اللازمة للحصول على سطح الإنشاء يمكن استغلالها لتغطية جزء من كميات الردم المطلوبة ، فتتكون مسافة النقل هي المسافة بين مركز ثقل الحفر ومركز ثقل الجزء من الردم الذي يساوي الحفر في السكينة ويطلق عليها مسافة النقل الكلية ويمكن اعتبار أن مركز ثقل السكينة يقع عند منتصفها أي عند القطاع الذي يحدد نصف السكينة . ففي شكل (٢٠٩) مركز ثقل الحفر يقع عند النقطة التي تحدد نصف كمية الحفر ( ١ / ٢ ) وليس عند منتصف المسافة .

ويمكن تعيين مساحة النقل وكذلك الكميات المنقولة باستخدام منحى التوزيع السكى الذى يرسم من انجم بيانات القطاعات الطولية المأخوذة للمشروع.

### منحنى التوزيع السكى

( Mass Curve )

منحنى التوزيع السكى هو منحنى محوره الأفقى يمثل المسافات عد محسور خط الانشاء ( محور الطريق أو الخط الحديدى ) ولحدائياته عند أية نقطة عبارة عن كمية الأتربة حتى تلك النقطة . ولإيضاح ذلك تأخذ المثال التالى فى الإعتبار .

### مثال

من واقع بيانات قطاع طولى لمشروع مقترح لإنشاء طريق ومن واقسمع القطاعات العرضية المأخوذة عليه حسب كميات الأتربة اللازمة لتنفيذ المشروع فكانت كما هو مبين فى الجدول الآتى :

والمطلوب رسم منحنى التوزيع السكى لهذه الكميات .

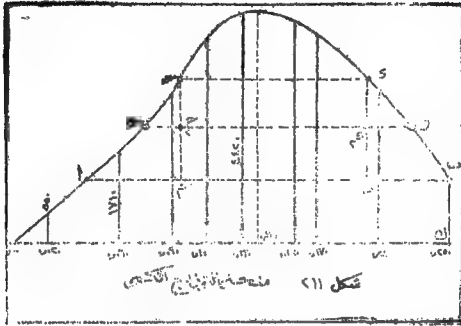
### الحل

شكل (٢١١) يبين منحنى التوزيع السكى المطلوب وفيه المحور الأفقى يمثل المسافات ، والأحداثيات الرأسية تمثل كمية الأتربة السكائية المحسوبة حتى أى قطاع لكمية الحفر عند البداية = صفر وعند السكيل ٢٠ ر يصبح ما لدينا من أتربة ٥٥٠ م<sup>٢</sup> وعند السكيل ٦٠ ر تزداد السكمية إلى ١٧١٠ م<sup>٢</sup> وعند السكيل ١٣٠ ر يكون ما لدينا من مادة قد بلغ ٢٠٠ م<sup>٢</sup> وهو نهاية الحفر تقريباً .



القطاع عند الكيلو متر	ردم (م <sup>٢</sup> )	خفر (م <sup>٢</sup> )
٥٠٠٠		
٥٠٢٠		٥٥٠
٥٠٦٠		١١٦٠
٥٠٩٠		١١٤٠
٥١١٠		١٠٥٠
٥١٣٠	٨٠	٦٠٠
٥١٦٠	٥٢٥	١١٠
٥١٧٠	٢١٥	
٥٢١٠	١٠٤٠	
٥٢٥٠	١٦٢٠	

وعند القطاع ٥١٦٠ . يكون ما قد بلغ ٤٠٨٥ م<sup>٢</sup> وعند القطاع الطولي ٥١٧٠ تكون السكينة السكينة (خفر - ردم) مساوية ٣٣٨٧٠ م<sup>٢</sup> وعند نهاية المشروع تكون السكينة السكينة ١٢١٠ م<sup>٢</sup> وهو لإحداثي موجب في المنحنى يدل على أن هناك كميات أثره فائضة تامة عن الخفر الذي يزيد في الحجم عن الردم بمقدار ١٢١٠ م<sup>٢</sup> ويجب إستهلاكها . وإذا وصلت هذه

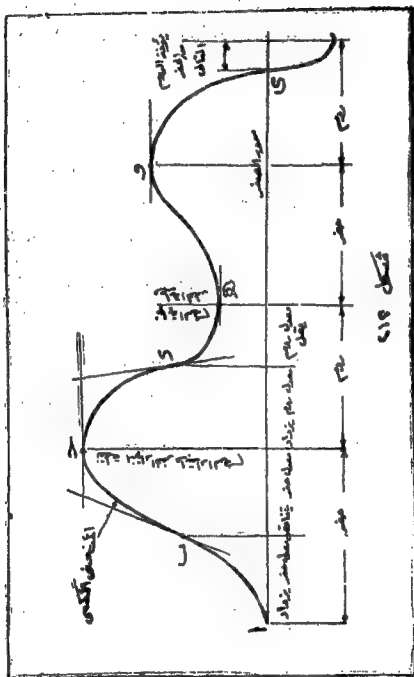


النقطة بمنحنى التوزيع الكمي كما هو موضح في شكل (٢١١).

### خواص منحنى التوزيع الكمي

شكل (١١٢) يوضح منحنى توزيع كمي مرسوم من واقع بيانات خاصة بمشروع إنشاء خط سكة حديد. ومن الشكل يمكن ذكر الخواص الآتية لمنحنى التوزيع الكمي:

- ١ - إذا أخذنا منحنى التوزيع الكمي في الازدياد دل ذلك على أن معدل الحفر أخذ في الازدياد (من أ إلى ب).
- ٢ - إذا قل الميل دل ذلك على أن معدل الحفر يتناقص.
- ٣ - إذا وصل الميل إلى صفر دل ذلك على أننا وصلنا إلى نقطة نهاية حفر وبدءية ردم أو العكس (عند هـ، و).



٤ — إذا قطع المنحنى خط الصفر دل ذلك على أن المادة قد تعادلت حتى تلك النقطة أى تساوى حفرها وردمها (عند النقطة).

٥ — إذا انخفض المنحنى عن خط الصفر دل ذلك على أنسا في إحتياج إلى مادة نجلبها من الجزء التالى وهكذا .

٦ — إذا كان ميل منحنى التوزيع الكمى موجبا ( المنطقة حو والمنطقات حو ر ) دل ذلك على سفر ، وإذا كان سالبا دل ذلك على ردم ( المنطقة حو و حو والمنطقة وى إلى آخر المنحنى ) .

٧ — إذا كان إحداثيات المنحنى موجبة دل ذلك على وجود المادة بالمنطقة وأن كانت سالبة دل ذلك على الإحتياج إلى المادة .

٨ — إذا سار المنحنى أفقيا — الجزء من طول الخط دل ذلك على أن الخط يتأبط سطح الأرض في ذلك الجزء .

٩ — إذا انتهى المنحنى بحيث كان إحداثيا موجبا دل ذلك على وجود مادة زائدة يقتضى إستهلاكها كما في شكل ( ٢١١ ) .

١٠ — إذا انتهى المنحنى بحيث كان آخر إحداثى سالبا دل ذلك على الحاجة إلى مادة يتحتم إقتراضها كما في شكل ( ٢١٢ ) .

#### النقل للسحوح والنقل الزائد

( Free Haul & Over Haul ) .

عند وضع شروط العطاء لأقامة أساس سكة حديد أو طريق مثلا نحدد م. افة النقل الم. حوح ، هى المسافة التى ينقل فى حدودها المتر المكعب من الحفر إما يدويا أو بواسطة البلدوزرات ، فإذا زاد النقل عن هذه المسافة سمى بالنقل

الزائد حيث تنقل المادة بالعربات ويسدد . من النقل الزائد على أساس من النقل المسموح مضاعفاً لئلا يتكبث تكاليف النقل عن كل ١٠٠ متر زيادة أو أكثر حسب الإغراق :

#### مسافة النقل المسموح ( Free Haul )

المقصود بالنقل المسموح هو نقل الكمية بدون استعمال العربات حيث تنقل الكميات من مناطق الحفر إلى مناطق الردم المجاورة لها مباشرة ( من ١ إلى ٢٠٠ في شكل ٢٠٨ ، ٢٠٩ ) . ويتحدد طول النقل المسموح بما لطريقة النقل ونوع مادة الحفر وكذا لتسارع العملية وعادة تتراوح بين ١٠٠ إلى ٢٠٠ متر .

#### تعيين مسافات النقل الزائد :

ولتعيين مسافات النقل المسموح والنقل الزائد وكذلك مركز نقل كل من كتلة الحفر والردم تتبع الخطوات التالية ( أنظر شكل ٢١١ ) .

١ - ... إذا انتهى المنحنى بأحداني موجب (استهلاك) نرسم من نهاية المنحنى (من نقطة ب) الخط ب ١ موازيا للمحور الأفقي ليقطع المنحنى في (١) ويكون هذا الخط (ب ١) من محور الصفر وتكون المسافة العمودية (ب ١) هي قيمة الإستهلاك .

٢ - نحدد مسافة النقل المسموح بالخط ج و حسب المواصفات أو ما يتفق عليه .

٣ - وبإسقاط ج ، ح على الخط ب ١ ، نحدد نقطتي د ، هـ ، ح ، ويصنف كل من د ، هـ ، ح ، في ح ، د ، هـ ، فيصل على الخط ب ١ ، ح ، ليقابل المنحنى في هـ ، و .

٤ - النفطان هـ ، و هما عبارة عن مركزي الكميتين ا ح ح ، و و ب ،  
الثان مستقلان نقلا غير مسموح وبذا تكون المسافة هـ و هي مسافة النقل  
غير المسموح .

٥ - الكمية ا ح ح ، سوف تنقل من هـ إلى و لتمام الردم .

٦ - مسافة النقل الواحد هي ( هـ و - و ح ) ومنها يمكن تعيين كمية  
النقل الواحد .

كمية النقل الواحد = الحجم ح ح ح  $\times$  مسافة النقل الواحد .

٧ - لتحديد مسافة النقل الكمية ينصف الأحداثي الراسي من قبة المنحنى  
وحتى الخط ا ب ثم يرسم من نقطة المنتصف خط يوازي المحور فيقطع الجزء الأيمن  
من المنحنى في نقطة هي مركز نقل الردم ويقطع الجزء الأيسر من المنحنى في نقطة  
ثانية هي مركز نقل الحفر الذي يساوي الردم . المسافة الأفقية بين النقطتين هي  
مسافة النقل الكمية .

٨ - كمية الأتربة التي ستنقل نقلا مسموحا تعيين بالأحداثي الراسي من  
قمة المنحنى وحتى و ح .

٩ - نقطة (١) تحدد التقاطع الفاصل بين الكمية المستهلكة من الحفر  
وبين الكمية التي ستستغل من الحفر في عمليات الردم .

١٠ - لتحديد بعد مركز نقل الكمية المستهلكة من بداية المشروع ينصف  
الأحداثي الراسي الواصل من نقطة (١) وحتى المحور . ومن نقطة التنصيف نرسم  
خطا أفقيا يقطع المنحنى في نقطة هي مركز نقل الكمية المستهلكة وبالتالي يمكن  
حساب بعد هذا المركز عن البداية .

مثال :

حسبت كميات الحفر والردم على طول قطاع طول الطريق مقترح وكانت كما هو مبين في الجدول الآتي :

المسافة من أول المشروع (قدم) الحفر (١٠٠ قدم) الردم (١٠٠ قدم)

حفر	ردم
١٠٠	٢٣٥٠
٢٠٠	٧٢٠
٢٠٠	١٦٨٠
٤٠٠	٦٢٠
٥٠٠	١٣٠٠
٦٠٠	١٥١
٧٠٠	٢٣٥٠
٨٠٠	٦٢٠
٩٠٠	٧٢٨٠
١٠٠٠	٦٢٠
١١٠٠	٤٢٠
١٢٠٠	١٢٠

أرسم منحني التوزيع السكي وعين كمية الأتربة المستهلكة أو المقترحة ثم أوجد مسافة النقل الوالدة وكمية النقل الوالدة والنقل المسموح إذا كانت مسافة النقل المسموح بها هي ٣٠٠ قدم . حدد أيضا بعد القطع الذي يتبقى عنده الاستهلاك أو يتبقى عنده الفرض عن بداية المشروع .

### الحل

تحتسب أولا إحداثيات المنحنيات من واقع المعطيات

المسافة	الكمية السككية	المسافة	الكمية السككية
صفر	صفر	٧٠٠	٢٩٩٠
١٠٠	٢٩٠ +	٨٠٠	٢٣٩٠
٢٠٠	١٠٥٠ +	٩٠٠	١٦١٠
٣٠٠	٢٧٣٠ +	١٠٠٠	٩٢٠
٤٠٠	٣٣٥٠ +	١١٠٠	٥٢٠
٥٠٠	٣٤٥٠ +	١٢٠٠	٤٠٠
٦٠٠	٣٣٤٠ +		

وشكل (٢١٦) يمثل المنحنى بعد رسمه . ومن واقع المنحنى نجد أن هناك أحدائى موجب عند نهايته أى أن هناك استهلاك وقيمته تساوى قيمة الاحداثى وعليه .

كمية الأتربة المستهلكة = ٤٠٠ قدم<sup>٢</sup>

وكل من الممكن حساب مقدار الإستهلاك من الفرق بين كيتى الحفر والردم .



من نهاية المنحنى نرسم خط أفقى يقطع المنحنى فى نقطة (١) فيكون هو خط  
الصفى .

نقطع المنحنى بخط أفقى بمسافة ٢٠٠ قدم وهو مسافة النقل المسموح به  
فتحدد النقطتان ١ و ٢ ثم نحدد النقطتين ٣ و ٤ على خط الصفى ويتصيف  
المسافة ٣ و ٤ و ٥ و ٦ نحصل على خط يوازى خط الصفى يقطع المنحنى فى  
نقطتين ٧ و ٨ ويبتلان مركزى السكيتين ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ .

مسافة النقل غير المسموح به = ١٨٠ - ٢٤٠ = ٦٤٠ قدم .

مسافة النقل الزائد = مسافة النقل الكلية - مسافة النقل المسموح .

$$= ٦٤٠ - ٣٠٠ = ٣٤٠ \text{ قدم} .$$

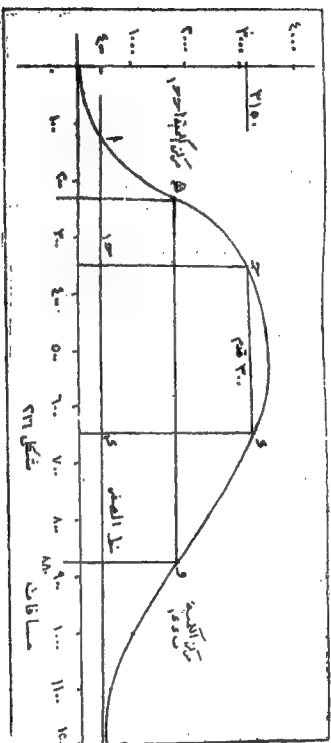
كمية النقل الزائد = الحجم  $\times$  مسافة النقل الزائد

$$= \text{الأحداثى } ٣٤٠ \times ٩٢٥ = ٣١٠٥٠٠ \text{ قدم}^٢$$

٩٢٥ وحدة نقل

حجم وحدة النقل = نقل حجم قيمته ١٠٠٠ قدم<sup>٢</sup> مسافة مقدارها  
قدم واحد .

بعد القطاع الذى يحدد نهاية السكينة المستهلكة عن بداية المشروع = ١٢٠ قدم



## مسائل

١ - كوم من الحجارة لارتفاعه ٧ متر وقاعدته على شكل شبه منحرف أبعاده هي ١٢ ، ٨ ، ١٠ متراً وقاعدته الأخرى على شكل شبه منحرف أيضاً أبعاده هي ١٤ ، ٥ ، ٨ متراً - عين حجم الكوم بطريقتين .

٢ - عين بأدق الطرق كمية الحرسانة اللازمة لتمام قاعدة تمثال وجهها العلوى مثلث متساوي الاضلاع طول ضلعه ٤ متر وجهها السفلى مربع طول ضلعه ٦ متر وأحد أضلاعها يوزاى أحد أضلاع المثلث ، وذلك إذا علم أن ارتفاع جناح القاعدة سيكون ٤ متر .

٣ - قاعدة تمثال ارتفاعها ١٧ متر وقاعدتها السفلى شبه منحرف أبعاده ١٢ ، ٨ ، ٦ متراً والقاعدة العليا مستطيل ٦ × ٤ متراً - عين حجمه -  
القاعدة بأدق الطرق

٤ - خزان من المياه مسقطه الأفقى مستدير وقطره الداخلى عند حافته العليا ٢٠ متراً - وممكن الجدار عند الحافة العليا ٦٠ سم وإرتفاع الخزان ٩٠٦ -  
أحسب حجم الحائط إذا كان الجدار الخارجى رأسى تماماً والداخلى يميل ١ : ١٢ إلى الداخل لحسب أيضاً أكبر كمية من المياه يمكن تخزينها به .

٥ - عند إنشاء طريق جديد عرضته ٩ متر أخلت ميوانية على محور المشروع الممنوع فكانت النتائج كالتالى :

مسافة (متر) صفر ٥٠ ١٠٠ ١٥٠ ٢٠٠ ٢٥٠ ٣٥٠

منسوب (متر) ٢٠١٦ ٤٠٤٨ ٦٠٧٢ ٥٠٨٢ ٢٠٢٤ ٢٠٩٥ ٢٠٨٥ ٢٠٢١

مسافة ٤٠٠ ٤٥٠ ٥٠٠ ٥٥٠ ٦٠٠ ٦٥٠ ٧٠٠

منسوب ٢٠٩٦ ١٠٧٥ ٠٩٥ ١٠٣٤ ٢٠٢٨ ١٠٦٥ ٢٠٠٠

فإذا علم أن الطريق سيكون أفقياً حتى مسافة ٢٥٠ متر بنسوب ٢٠١٥  
انه سينحدر بعد ذلك إلى أسفل بقدر ٠.٨٪ ، أرسم قطاعاً طولياً مبيناً عليه  
سطح الأرض الطبيعية و سطح الإنشاء

أحسب مكعبات الحفر والردم اللازمة لانتهاء الطريق إذا علم أن الميول  
الجانبية في الحفر ٣ : ٢ وفي الردم ١ : ٢ .

٦ - يراد حساب مكعبات الحفر اللازمة لإنشاء نفق مفتوح عرض قطاعه  
١٨ متر وميوله الجانبية ٢ : ٥ - ولإيجاد المناسيب على محور المشرع لسطح  
الأرض الطبيعية المزعم عمل النفق فيها أجريت مبرأية طولية فكانت القراءات  
على القائمة كالآتي :

٠٣٥ - ٢٨٠ - ٣٠٨٥ - ٠٤٨ - ٧٠١٧ - ٢٠٦٤ - ٠٧٢

٢٠٦٨ - ١٠١ - ٠٥٦

علم بأن الميزان دفع بعد القراءة الثالثة والسابعة وأن منسوب النقطة الخامسة  
على المحور هو ١٥٣٤ م. وعند قياس المسافات بين النقاط المختلفة على محور  
المشروع كانت المسافة بين النقطة الأولى والثانية على المائل هي ٥٠.٣٦ م ،  
وبعد القياس هربز الجنزير المستعمل فكان طوله الحقيقي ١٩٨٨ م ، وكانت

المسافات الأفقية بين التقلبات التالية هي نفس المسافة الأفقية الصحيحة بين الأولتين . أحسب مكعبات الحفر بالترتيب المذكور علماً بأن منسوب بداية النفق هو ١٦٥٠ متراً وأنه يتحد إلى أسفل بمقدار ٠.٠٨٪ .

٧ - أرسم خطوط الكتور لفترة قدرها متراً واحداً من واقع نتائج ميزانية شبكية إذا كانت شبكة المربعات مكونة من مربعات أبعادها ٥.٠×٥.٠ متراً وكانت مناسيب الأركان كالآتي :

الصف الأول	١٣٠	٢٧٠	١٧٠	٢١٠
الصف الثاني	٣٥٠	٥٧٠	٢٨٠	٠٨٠
الصف الثالث	١٨٠	٣٩٠	٥٧٠	١٦٠
الصف الرابع	٣٥٠	٢٤٠	١٩٠	٣٦٠
الصف الخامس	٢١٠	٣٥٠	١٦٠	١٤٠

٨ - في المسألة (٧) يراد تسوية هذه الأرض باستعمال مناسيب الأركان فإذا كان منسوب التسوية هو (٢٠٠) فما هي كمية الحفر والرفع اللازمة لذلك ؟  
٩ - استنتج الفرق في النتائج لو استخدمت في عملية التسوية خطوط الكتور في المسألة السابقة .

١٠ - قطعه أرض مستطيلة الشكل أبعادها ١٢٠×٨٠ متراً . وحملت لها ميزانية بيكية لأركان المربعات فكانت مناسيب الأركان كما يلي :

الصف الأول	٦٢٠	٥٢٠	٤٢٠	٣١٠
الصف الثاني	٥٤٠	٤٨٠	٤١٠	٣٠٠
الصف الثالث	٢٢٠	٢٨٠	٤١٠	٥٠٠

عين الخطوط الكنتور لفترة كنتورية مقدارها ١ متر مستملا مقياس  
١ : ١٠٠٠ — وإذا أريد تسوية هذه المنطقة على منسوب (٣٠٠) فعين كمية  
الحفر والردم اللازمة لذلك .

١١ — في المسألة السابقة إذا وصلت أقطار مربعات الشبكة بين النقط ذات  
فروق المنسوب الأقل — أحسب كميات الحفر اللازمة لتسوية المنطقة على  
منسوب (١٠٠) متر .

١٢ — للمنطقة المبينة بالميراثية الشبكية في المسألة رقم (٧) أحسب ارتفاع  
الحفر أو الردم عند النقط المختلفة إذا أريد هذه تسوية هذه القطعة بنمط  
استصلاحها للزراعة بحيث تنحدر الأرض من الشمال إلى الجنوب إلى أسفل  
بمقدار ٠,٥ ٪ ، ومن الغرب إلى الشرق إلى أعلى بمقدار ٠,٢ ٪

١٣ — أحسب لنفس قطعة الأرض المبينة مناسيب أركانها في المسألة (٧)  
كميات الحفر وكميات الردم اللازمة لتسوية المنطقة لاستصلاحها للزراعة بحيث  
تصبح أفقية .

١٤ — المطلوب تسوية قطعة الأرض المبينة مناسيب أركانها في المسألة (٨)  
بنمط استصلاحها للزراعة بحيث تنحدر من الشمال إلى الجنوب إلى أعلى بمقدار  
٠,٢ ٪ ومن الشرق إلى أسفل بمقدار ٠,٤ ٪ . عين مناسيب التسوية للنقط  
المختلفة وكذلك ارتفاعات الحفر والردم اللازمة عند كل نقطة .

١٥ — عند إجراء مباداة شبكية بين رؤوس مربعات (٥٠×٥٠) كانت  
النتائج كالآتي :

الصف الأول	١٣٠	٢٧٠	١٦٠	٢١٠	٤٠٠	٥٧٠
الصف الثاني	٢٥٠	١٧٠	٢٦٠	٤٠٠	٥٨٠	٦٩٠
الصف الثالث	٢١٠	١٩٠	٤٠٠	٥٦٠	٧٣٠	
الصف الرابع	٢٤٠	٤٠٠	٤٦٠	٥٣٠	٥٥٠	
الصف الخامس	٤٠٠	٤٨٠	٥٢٠			

فإذا وصلت الأقطار التي بين النقط ذات فرق للمنسوب الأقل في هذه الشبكة - حين مناطق الحفر إذا أريد تسوية المنطقة على منسوب ( + ٤٠٠ ) أحسب أيضا كمية الآتية المطلوب نقلها من أو إلى الموقع لعمل التسوية المطلوبة

١١ - قدرت المساحة داخل خطوط كتور مضبة فكانت :

$$\begin{aligned} \text{كتور (٣٦)} &= \text{م}^2 ٩٠ - \text{كتور (٢٤)} = \text{م}^2 ١٤٠ - \text{كتور (٣٢)} = \text{م}^2 ١٧٠ \\ \text{كتور (٣٠)} &= \text{م}^2 ٢٢٠ - \text{كتور (٢٨)} = \text{م}^2 ٢٦٠ - \text{كتور (٢٦)} = \text{م}^2 ٣١٠ \\ \text{كتور (٢٤)} &= \text{م}^2 ٣٣٠ - \text{كتور (٢٢)} = \text{م}^2 ٤١٠ - \text{كتور (٢٠)} = \text{م}^2 ٤٤٠ \end{aligned}$$

فإذا كان المطلوب هو تسوية المضبة على منسوب ( ٢٩٠٠ ) مع عمل حرائط مائدة على امتداد خط كتور ( ٢٠٠٠ ) لحسب كميات الآتية المطلوبة لنقلها من أو إلى الموقع لأجراء التسوية المطلوبة .

١٧ - عمل قطاع طولى لمشروع زراعى بين السكيلو ٤٢٠٠ والسكيلو ٤٣٦٠٠ بين نقطتين ١ ، ٢ وكانت الميراثية على مسافات متساوية وكانت قراءة التمام كالآتى :

١٩٩٢ - ١٩٩٧ - ٢٠٤٦ - ٢٠٥٩ - ٢٠٩٢ - ٢١٤٨ - ٢١٩٢ - ٢٢٤٤  
١٢٥٧ - ١٢٩٦ - ١٣٨٩ - ١٤٩٢ - ١٥٠٣ - ١٥١٠ - ١٥٨٥ - ١٦٢٠ - ١٦٥٧

فإذا كان للبراق قد نقل بعد النقط : الثالثة الخامسة والسابعة والثامنة ،  
وأن منسوب النقطة الأولى هي (٢٢٦٠) وأن الطريق المقترح يبدأ من نقطة :  
ويجعل  $\frac{1}{4}$  إلى أسفل . ومنسوب (٢٤٠٠) .

ارسم قطاعاً طويلاً مبيناً عليه - سطح الأرض الطبيعية و - سطح الإنشاء . وكذلك  
مناطق الحفر والردم اللازمة لإتمام الطريق .

احسب كميات الحفر والردم إذا كان عرض الطريق المقترح ١٠ متر وأن  
الميل الجانبية في الحفر هي ٢ : ١ وفي الردم ٢ : ١ .

١٨ - احسب الكميات اللازمة لنسوية قطع - في الأرض الميينة مناسب  
أركانها في المسألة ١٥ إذا كانت الأسوية تتم بطريقة استصلاح الأراضي .

١٩ - احسب كميات الحفر - الردم بالتر المسكب على طول قطاع الطريق  
مقترح وكانت كما هو مبين الجدول الآتي :

ارسم منحنى التوزيع السكبي وبين منه مقدار الأتربة المستهلكة أو المفترضة  
ثم عين كمية الأتربة التي سوف تنقل اسلاصموحاً به إذا كانت مسافة النقل  
المسموح هي ١٢٠ متر .

ما هي السكبية التي سوف تنقل نقلاً رائداً . وما هي مسافة النقل السكبية لها  
ومسافة النقل الوائد حدد بعد مركز نقل السكبية المستهلكة أو المفترضة عن  
بداية المشروع .



مسافة (متر)	حفر (م <sup>٣</sup> )	ردم (م <sup>٣</sup> )
صفر		
١٠٠	٢٥٠	
٢٠٠	٥٥٠	
٣٠٠	٧٠٠	
٤٠٠	٧٥٠	
٥٠٠		١٥٠
٦٠٠		٢٥٠
٧٠٠		٤٥٠
٨٠٠		٦٦٠

٢٠ - حسب كميات الحفر والردم من واقع قطاعات عرضية مأخوذة كل ١٠٠ متر على محور طريق تحت الإنشاء فكانت:

القطاع	حفر (م <sup>٣</sup> )	ردم (م <sup>٣</sup> )	القطاع	حفر (م <sup>٣</sup> )	ردم (م <sup>٣</sup> )
صفر			٧٠٠		
٦٠٠			١٥٠		
١٠٠			٨٠٠		
١٠٠			٤٥٠		

القطاع	خفر (م <sup>٢</sup> )	ردم (م <sup>٢</sup> )	القطاع	خفر	ردم
٢٠٠		٩٠٠			
	١٧٠٠		١٠٠٠		
٣٠٠		١٠٠٠			
	٨٠٠		٢٥٠		
٤٠٠		١١٠٠			
	٤٠٠				١١٠٠
٥٠٠		١٢٠٠			
	٢٠٠٠				٢١٥٠
٦٠٠		١٣٠٠			
	١١٠٠				٦٥٠
٧٠٠		١٤٠٠			

أرسم منحى التوزيع الكمى لهذه الكميات ووضع عليه كميات النقل المسموح  
 إذا كانت مسافة النقل المسموح ١٥٠ متر — حدد أيضا كميات القرض أو  
 الاستهلاك وبعد مركز ثقلها عن نهاية المشروع وكميات الآربة التى ستنقل نقلا  
 زائد ومرا كز ثقلها ومساافات ثقلها الكمى وثقلها الواحد .

# الكتاب الثامن المساحة عند التبادوليت

يستخدم جهاز التبادوليت في كافة العمليات المساحية التي تحتاج إلى دقة كبيرة في الأرصاد ، فهو يستعمل في قياس زوايا المضلعات وتوقيع وتخطيط الأعمال المساحية الخاصة بالمنحنيات وفي كافة أعمال التخطيط والتوقيع . وسوف تقتصر في هذا الباب على تناول جهاز التبادوليت وإستعماله في قياس الزوايا وكذلك على ترافرس التبادوليت .

## التبادوليت

يستخدم جهاز التبادوليت في قياس الزوايا سواء الأفقية والرأسية ، وهو يعتبر من أدق الأجهزة المستعملة في قياس الزوايا سواء أكانت في المستوى الرأسي أو المستوى الأفقي ، ولذلك فهو يستعمل في كافة الأعمال المساحية التي تحتاج إلى دقة كبيرة مثل الأرصاد الملكية والموانيسات الجيوديسية والشبكات المثبتة كما يستعمل في قياس زوايا المضلعات بدرجاتها وأنواعها المختلفة وفي المساحة الطبوغرافية وكذلك لتوقيع المنحنيات وفي القياس التاكيمترى وكافة أعمال التخطيط والتوجيه الدقيق .

هذا ويمكن تقسيم التبادوليت إلى نوعين رئيسيين هما :

١ - التيودوليت ذو الوريثة . ٢ - التيودوليت الحديث .

وسوف تقتصر في هذا المجال على التيودوليت ذو الوريثة .

وقبل تناول التيودوليت ذو الوريثة لابد لنا من دراسة الوريثات حيث تعتبر جزءا أساسيا في جهاز التيودوليت ذو الوريثة .

## الوريثات

الوريثة عبارة عن مقياس مساعد مستقيم أو دائري ينزلق على مقياس رئيسي وذلك لتحديد كسور صفهة من وحدات المقياس الرئيسي بدقة تامة .

وتنقسم الوريثات إلى ثلاثة أنواع أساسية وذلك من حيث التصميم وهي :

١ - وريثات امامية : وهي التي يكون تدريجها في إتجاه تدريج المقياس الرئيسي .

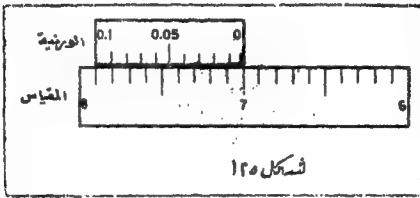
٢ - وريثات خلفية أو عكسية : وهي التي يكون تدريجها في إتجاه معضاد لإتجاه تدريج المقياس .

٣ - وريثات مزدوجة : وهي عبارة عن إزدواج من الوريثات الامامية تدريج كل منها عكس تدريج الآخر .

والنوع الأول هو الشائع الاستعمال وخصوصا في الأجهزة المساحية مثل جهاز التيودوليت وتكون الوريثة الامامية به على هيئة قوس من دائرة وكذلك جهاز البلاييمتر حيث توجد وريثات مستقيمة لتحديد طول الإدراج ومقياس وحدات عجلة المقياس .

## الورديات : الامامية

نفرض أنه لدينا مقياس مقسم إلى وحدات رئيسية وكل وحدة مقسمة إلى عشرة أقسام صغيرة فيكون من السهل تعيين أى طول عليه بالوحدات الصحيحة وأجزائها العشرية . وإذا كان لدينا طول معين تقع نهايته داخل أحد الأقسام الصغيرة فلا يمكن في هذه الحالة تعيين الطول المضبوط . وعندئذ لا بد لنا من استعمال الوردية كقياس مساعد لتحديد هذا الطول تحديدا دقيقا وذلك بتعيين أجزاء من الأقسام الصغيرة . فإذا أريد بيان أبعاد لقاية  $\frac{1}{4}$  من الأقسام الصغيرة للقياس فتلقا وردية بطول يساوى ٩ أقسام صغيرة ونقسم هذا الطول إلى ١٠ أجزاء متساوية شكل (١٢٥) .



فيكون كل جزء منها يساوى  $\frac{1}{4}$  من أى قسم من الأقسام الصغيرة ويكون الفرق بين القسم الصغير على المقياس والقسم من أقسام الوردية يساوى  $1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$  من قسم المقياس وهذا يعرف بدقة الوردية .

هإذا تحركت الوردية على المقياس بحيث إنطبق القسم الأول من الوردية على القسم الأول من المقياس فإن صفر الوردية يتحرك وقد يتحرك  $\frac{1}{4}$  من قسم

المقياس وعموما إذا تحركت الوردية حتى ينطبق القسم ( هـ ) منها على قسم من أقسام المقياس فإن الوردية تكون تحركت هـ  $\times$  قسم الوردية ويكون لدينا

$$\frac{\text{ما تقرأه الوردية}}{\text{دقة الوردية}} = \text{عدد أقسام الوردية الحادثة عندها الإنطباق}$$

... (٩٨)

$$\begin{aligned} & \text{مكان الإنطباق على المقياس} \\ & = \text{ما يعنيه المقياس} \div \text{عدد أقسام الوردية الحادثة} \\ & \text{عندها انطباق} \times \text{قيمة أصغر قسم للمقياس} \end{aligned}$$

... (٩٩)

وبذا يمكن تصميم الوردية الأمامية على النحو التالي :

إذا كان طول أصغر قسم المقياس هو س ، وطول أصغر قسم على الوردية هو ص ، وعدد أقسام الوردية هو ن فيكون لدينا

$$ن ص = (ن - ١) س = \text{طول الوردية}$$

$$ص = \frac{(ن - ١)}{ن} س$$

ولذا كانت دقة الوردية و أى أصغر قراءة الوردية فيكون

$$و = س - ص = س - \frac{(ن - ١)}{ن} س$$

$$و = س ( ١ - \frac{١ - ن}{ر} )$$

$$\dots (١٠٠) \left[ \frac{\text{أصغر قسم على المقياس}}{\text{عدد أقسام الورنية}} = \frac{س}{ن} = ر \right]$$

ففي شكل (١٢٥) نجد أن أصغر قسم على المقياس = ر.١ ، عدد أقسام

$$\text{الورنية} = ١٠ \text{ وتكون أصغر قراءة للورنية} = \frac{٠.١٠}{١٠} = ٠.٠١$$

وسوف نتعرض للحالات التالية في المسائل المحولة الآتية :

١ - تصميم ورنية لقراءة دقة معينة .

٢ - قراءة ورنية ما .

٣ - معرفة دقة ورنية ما .

## أمثلة محلولة

مثال ١ :

إنشئ وريثه قرأ لغاية ٢٠ ثانية لإستخدامها مع مقياس قيمة أصغر أقامة  
١٥ دقيقة ثم لرسم كلا من المقياس والورثية وبين عليها القراءة ٤٠ ٣٣ ٩٢  
مع إعتبار نصف قطر المقياس والورثية سالا نهاية .

الحل

$$\text{أقل قراءة للورثية} = \frac{\text{أصغر قسم على المقياس}}{\text{عدد أقسام الورثية}}$$

$$\frac{15}{n} = 10$$

$$n = \frac{15 \times 10}{15} = 10 \text{ قسم وهو تقابل } 10 \text{ قسم من أصغر أقسام المقياس}$$

ثم نقيم هذه المسافة إلى ٤٥ قسم كل قسم منها يقرأ ٢٠ كما في شكل (١٢٦)  
وليبيان مكان الإنطباق على المقياس فنطبق القانون .

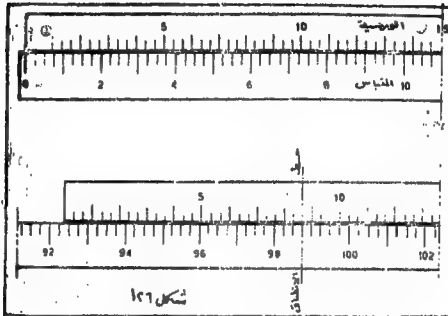
مكان الإنطباق على المقياس = ما يعينه المقياس من عدد أقسام الورثية  
التي يحدث عندها الإنطباق  $\times$  قيمة القسم على المقياس .

وفي المثال ما يعينه المقياس هو ١٥ ٩٢ فقط .

$$10 \text{ أقسام الورثية التي يحدث عندها الإنطباق} = \frac{10 \times 15}{10} = 15$$



عدد ٢٩ -



$$\text{قسم ٢٦} = \frac{40 + 480}{20} =$$

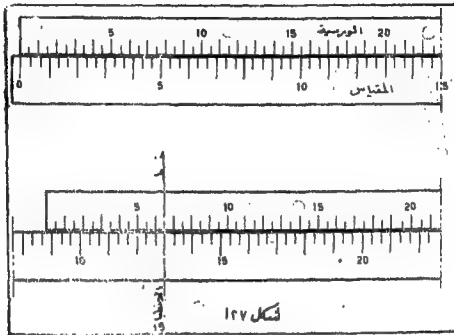
ويكون الإطباق على المقياس  $10^{\circ} 92' + 10^{\circ} 26' \times$

$$= 10^{\circ} 92' + 390' =$$

$$= 10^{\circ} 46' \text{ أنظر شكل (١٢٦)}$$

مثال ٢ :

صمم ورتبة دقة لها ٢٠ ثانية لإستخدامها مع مقياس أصغر أقسامه يساوي ٢٠ دقيقة ثم أرسم كلا من المقياس والورنية وبين عليهما القراءة  $10^{\circ} 46' 30''$ .



$$\frac{\text{أصغر قسم على المقياس}}{\text{عدد أقسام الورنية}} = \text{أقل قراءة للورنية}$$

$$\frac{م}{ن} = \text{أقل قراءة للورنية}$$

$$\frac{٦٠٠ - ٢٠}{ن} = ٣٠$$

∴ ٤٠ = وهو يقابل ٢٩ قصبا من أقسام المقياس الرئيسية

وقراءات كل من المقياس والورنية هي

قراءة المقياس ٥٠ ٤٠ ٨ ٣ قراءة الورنية ٦ ٣

القراءة الكلية ٣٠ ٤٦ ٨ شكل (١٢٧)

مكان الانطباق على المقياس = ما يعنيه صغر الوردية على المقياس  
 + عدد أقسام الوردية  $\times$  قيمه أصغر قسم  
 على المقياس

$$20 \times 13 + 8 \cdot 40 =$$

$$260 + 8 \cdot 40 =$$

$$313 = 13 \cdot 24 \text{ أنظر شكل (١٢٧) :}$$

مثال ٣

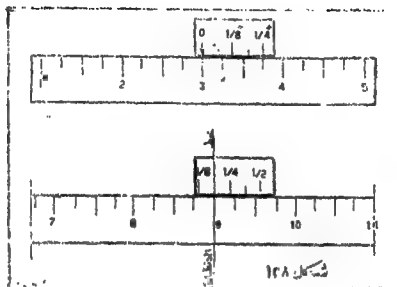
انتهى وردية أمامية تقراً  $\frac{1}{16}$  من البوصة وبين عليها القراءة  $\frac{7}{16}$  بوصة  
 علماً بأن المقياس مقسم إلى بوصات وربع البوصة .

الحل

$$\frac{1}{16} = \frac{\text{أصغر قسم على المقياس}}{\text{عدد أقسام الوردية}} =$$

$$\frac{1}{16} = \frac{1}{n} \text{ ومنها } 4 = \text{أقسام}$$

ويؤخذ عدد (ن - ١) = ٣ أقسام من أقسام المقياس الرئيسي شكل (١٢٨)



ونقسم إلى أقسام ونُدج بالقراءات صفر  $\frac{1}{16}, \frac{2}{16}, \frac{3}{16}, \frac{4}{16}$

ولتحديد قراءة الإنطابق على للمقياس طبق في القانون

مكان الإنطابق على المقياس = مقدار القراءة على المقياس

+ عدد أقسام الوردية  $\times$  قيمة أصغر قدم على المقياس

$$8 \frac{1}{16} = \frac{4}{16} \times 3 + 8 \frac{1}{16}$$

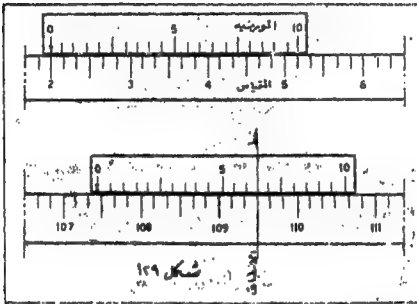
= ٩ بوصة أنظر شكل (١٢٨)

مثال ٤ :

في شكل (١٢٩) المطلوب معرفة دقة الوردية والقراءة التي يعينها صفر الوردية

على المقياس علما بأن هذا المقياس مقسم إلى الدرجة وأجزاءها . حين أيضا يمكن الإنبطاق على كل من الوردية والمقياس .

### الحل



عدد أقسام الوردية = ٢٠ قسم      عدد أقسام المقياس = ١٩ قسم

أصغر قسم على الوردية = ١٠

$$\text{دقة الوردية} = \frac{60 \times 10}{20} = 30$$

القراءة المطلوبة = ما يقرأ على المقياس + ما يقرأ على الوردية

$$30 \times 13 + 10.7 = 397$$

$$397 = 30 \times 13 + 10.7$$

مكان الإنطباق على الوردية هو بعد ١٢ قسم من أقسام الوردية

مكان الإنطباق على المقياس = مقدار القراءة على المقياس

+ عدد أقسام الوردية  $\times$  قيمة أصغر قسم على المقياس

$$= ٢٠ \times ١٠٧ + ١٢ \times ١٠ = ٢٠٩٠$$

## التبديلات ذو الوردية

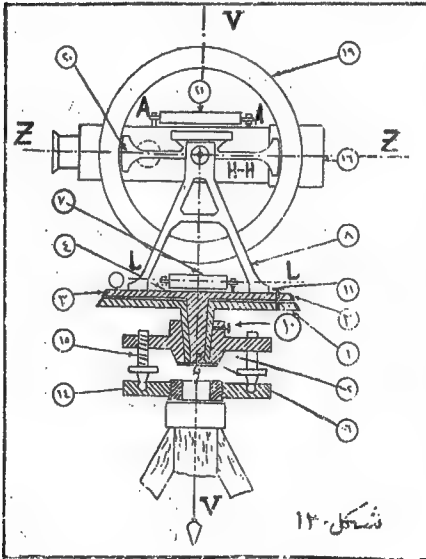
يستعمل التبديلات ذو الوردية في الأعمال التي تتطلب دقة عالية ووظيفته الأساسية هو قياس الزوايا في المستويين الأفقي والرأسي وذلك بجانب استعماله في الأغراض الأخرى المتعددة والتي سوف نتناولها تباعاً .

ويشبه الجهاز عند الإحتمال فوق حامل ثلاثي مثل حامل الميزان غير أنه يمتاز عليه بوجود حركة إزلاق أفقية برأس الحامل والفرض منها هو لمسكان جعل الجهاز متعامت تماماً فوق النقطة التي تمثل رأس الزاوية المطلوب تعيين قيمتها . والوصول إلى ذلك فمحمل الجهاز بالتقريب في وضع رأسي فوق هذه النقطة ثم نمحرك الحامل حركة دائرية وإنتقالية حتى يتعامت المحور الرأس للجهاز فوق الوترد بينما تكون قاعدته الجهاز أفقية بالتقريب ويكون خيط الهاغرل فوق النقطة تماماً .

### أجزاء الجهاز

يتكون الجهاز من ثلاثة أجزاء رئيسية شكل (١٣٠) هي :

١ - الجزء العلوى ويسمى بالاليداد ويشمل المنظار (١٦) وحاملة (٨) والمحور الأفقى للمنظار، وعلى أحد الحوامل تثبيت الدائرة الرأسية (١٩) وميزان الكسوية الخاص بها (٢١) وورديتان لقراءة الدائرة الرأسية (٢٠).



شكل ١٣٠

ب - الجزء السفلي يسمى بالقاعدة (١٤) رتبته - سائر الزوية الثلاثة (١٥)  
ج - الطائرة الأفقية (١) وتوجد وسط الجهاز بين الاليداد والقاعدة

ولكن نعين قيمة الزاوية الأفقية  $\alpha$  مثلا نقف بالجهاز في رأس الزاوية  
أى في النقطة (ب) ونرصد طرف الزاوية الأيسر (١) بحيث تكون قراءة الطائرة  
الأفقية صفرا ثم ندير منظور الجهاز ناحية اليمين ونرصد طرف الزاوية الثاني (ج)  
فتكون القراءة الأخيرة على الجهاز هي قيمة الزاوية المطلوبة قياسها ويمكن قراءتها  
الطائرة الأفقية عند الترجه على (٢) بحيث لا تكون صفرا وتكون قيمة الزاوية  
المطلوب قياسها هي فرق القراءتين عند  $\alpha$  ج

والجهاز خمس محاور رئيسية وهي كما في شكل (١٣٠) :

١ - المحور الرأسي لديران الجهاز  $V-V$  .

٢ - المحور الأفقى لديران المنظار  $H-H$  .

٣ - محور المنظار الطولى أى خط الإنطباق  $Z-Z$  .

وهو يتحرك في المستوى الرأسي حول المحور  $H-H$  ويضم الخطوط الآتية :

١ - المحور الهندسى للمنظار .

ب - خط النظر وهو خط الواصل بين مركز العدسة الشيئية ونقطة  
تقاطع الشعرات .

ج - المحور البصرى : وهو الخط الواصل بين مركز العدسة الشيئية ومركز  
العدسة العينية .



ويجب أن تنطبق هذه المحاور الثلاثة ( ا ، ب ، ج ) لتكون محور المنظار العمودي أو خط الانطباق Z.Z

د - محور ميزان التسمية الخاص بالدائرة الأفقية L.L

هـ - محور ميزان التسوية الخاص بالدائرة الرأسية A.A

### وصف الجهاز

**المنظار :** أغلب المناظير الحديثة تتكون من أنبوبة واحدة لها ثلاث عدسات شبيثة وأخرى عميقة وثالثة تسمى بعدسة التطبيق ويكون عملها تطبيق الصورة على حامل الشعرات ( راجع المناظير للمساحة في باب الميراثية ) وتتصل بالمنظار عند أحد جانبيه الدائرة الرأسية ( هـ ) وهي تدور معه وحول محوره الأفقي H.H .  
وإذا كانت هذه الدائرة إلى يمين الراصد فيقال أن الجهاز ( متيامن ) .

أما إذا كانت إلى يساره فيقال أن الجهاز ( متياسر ) .

ويرتكز المحور الأفقي لدوران المنظار على حاملين ثابتين ( أ ) ومساويين في الارتفاع تماما .

**الدائرة الأفقية :** تتركب من قرص معدني مدبب الطرف الحافق ومقسم بالدرجات الستينية في اتجاه عقرب الساعة أى من صفر إلى ٣٦٠° ويسمى الجهاز بقطر دائره مقمرا بالبوصات . وفي الغالب يحسكون الدائرة الأفقية منطاه بـخلاف يتصل بالاليداد لحفظها من المؤثرات الجوية أما في منطقة الوديات فتغطى بالزجاج وتتصل الدائرة الأفقية اتصالا ثابتا ومتعامدا مع المحور V.V .

ويثبت بالغلاف المعدني المغطى للدائرة الأفقية وريشتان (٣) ويشترط أن يمر الخط الواصل بين صفرهما بمركز الدائرة الأفقية تماما .

ومقدار أصغر قسم على الدائرة الأفقية يتراوح بين ٣٠ ، ٢٠ ، ١٠ دقيقة حسب نصف قطر الدائرة ، ولتعيين القراءات الأصغر من ذلك تستعمل الوردية فتصل القراء إلى ٣٠ ، ٢٠ ، ١٠ ثوان .

**قاعدة التبدوليت :** هي الجزء الثابت من الجهاز وتتكون من طبعتين من المعدن يصل بينهما ثلاث مسامير لـدوية (١٥) الغرض منها إحصاء الجهاز في وضع أفقى تماما — وتتصل الطبقة من أسفل بالحامل ومن أعلى بالغلاف الخارجى لمحور الجهاز (٦) ويتعلق خيط الفاغول في الجزء الأسفل من القاعدة على امتداد المحور الرأسى ٧.٧ لضبط عملية التسمات .

#### **ضبط جهاز التبدوليت :**

يجب أن توفر الشروط التالية قبل استعمال الجهاز للرصد .

١ - شروط مؤقتة : ويقصد بها الضبط المؤقت للجهاز .

٢ - شروط دائمة : ويقصد بها الضبط الدائم عندما ياء استعمال الجهاز أو

عند استعماله لأول مرة وسوف لا تعرض لهذه الشروط الدائمة .

وسنكتفى بالشروط المؤقتة وهى الضبط المؤقت للتبدوليت ويتم هذا الضبط قبل استعمال الجهاز للرصد .

#### **الضبط المؤقت للجهاز ويشمل :**

١ - عملية التسمات : ويقصد بها وضع الجهاز فوق النقطة ( رأس الوردية )

المتراد قياساً ويتم ذلك بواسطة خيط الشاغل والمحسركة المحورية للجهاز مع استمال الحامل وتحريكه وكذا تحريك الجهاز على قاعدته ، إذ أن الجهاز يمكن أن ينزلق على الحامل في حركة أفقية كما ذكرنا .

ب - الأفقية للجهاز : ويقصد بها جمع كل ميزان التسوية الخاص بالدائرة الأفقية أفقياً تماماً . ولحدوث ذلك تستخدم مسامير اللادوية الثلاث كما في حالة الميزان تماماً ( انظر الضبط للوقت للميزان واللوح المستوية ) .

ج - التطبيق : ويقصد به تصحيح خطأ الوضع أى تطبيق الصورة على مستوى حامل الشبكات ويتم ذلك بتحريك العدسة العينية حتى ترى الشبكات واضحة تماماً وتحريك مسار التطبيق حتى ترى الصورة أوضح ما يمكن .

#### قياس الزوايا الأفقية :

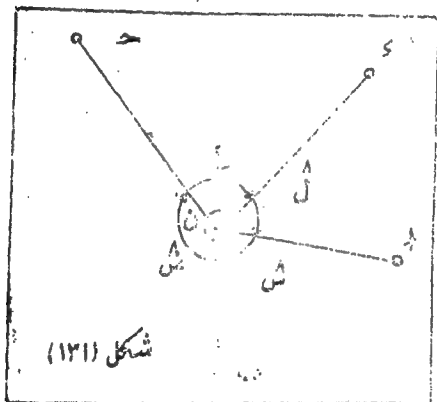
يتم قياس الزوايا الأفقية بإحدى الطرق الآتية :

#### ١ - طريقة الزوايا الفردية

لقياس الزوايا الأفقية ح ن و نضع الجهاز مقسماً فوق النقطة ن شكل ( ١٤١ ) ثم نجعله أفقياً ونحرك الأليدنداد فوق القائرة وهو متساوي حتى ينطبق صفر الوردية ( ١ ) على صفر المقياس بالتقريب فقطبط مسار الحركة السريعة بين الأليدنداد والقائرة الأفقية ( ١١ ) ويستعمل مسار الحركة البطيئة حتى ينطبق الصفران بالضبط ( وينطبق كذلك صفر الوردية ( ٢٠ ) على ١٨٠ ، إذا كان الجهاز مضبوطاً ) بعد ذلك نحرك الأليدنداد وهو ما زال مثبتاً مع القائرة الأفقية

وتوجهه المنظار نحو نقطة  $ح$  بالتقريب ثم تربط مسار الحركة السريعة بين الدائرة الأفقية والقاعدة وكذلك تربط مسار الحركة السريعة للمنظار في حركته الرأسية ثم نمحرك مساري حركتهما البطيئة حتى ينطبق تقاطع الشعرات في المنظار على النقطة  $١$  بالضغط، ثم ندون مرادى الوردتين حيث يجب أن تكون قراءة الوردية (١) = صفراً ويسمى الجهد بهذا الوضع بأنه موجه موجباً أساسياً. بعد ذلك نفسك مسار الحركة السريعة بين الأليات والدائرة الأفقية ونحرك المنظار حركة أفقية في اتجاه دوران عقرب الساعة إلى أن نرصد نقطة  $و$  وندون قراءتي الوردتين.

نغير وضع المنظار من التيا من إلى التيا سر عند  $و$  ويتم ذلك بدوران المنظار حول محوره الأفقي  $١٨٠^\circ$  ودوران الجهد حول محوره الرأسى  $١٨٠^\circ$  حتى



تواجه النشئة النشطة و مرة أخرى ونبدأ برصد ، ثمانية والجهاز مقياس وتلاحظ  
أن الزاوية ١ . وف تختلف في القراءة عن الوضع الأول بمقدار ١٨٠°  
وبعد ذلك بحرك المنظار حركة أفقية مدد دوران عقرب الساعة وترصد النقطة  
حد وندون القراءة للزوايتين .

وتكون قيمة الزاوية هي متوسط الوضعين للتياسر والمتياسر ( انظر  
الجدول ) . وهو أبسط أنواع الجداول التي ترصد فيها الزوايا الأفقية ويسمى  
بجدول الزوايا المفردة .

الزاوية	المتوسط	الجهاز مقياس		الجهاز متياسر		الخط الرؤي	الزاوية
		ورنية	١	ورنية	١		
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠٠٠٠	٠٠٠٠	٠٠	٣٠	٠٠	٥٠	٠٠	٠٠
٠٤٦٢٣١٠	٤٦٢٢٣٠	٣٢	٣٠	٢٢٦	٣٢	٠٠	٤٠

وتوجد أنواع كثيرة من الجداول لتدوين قيم الأرصاد المأخوذة وحساب  
الزوايا الأفقية ... وغالبا ما تقاس أكثر من زاوية أفقية واحدة محصورة بين  
عدة اتجاهات ويمكن قياس ل ، س بنفس الطريقة السابقة .

## ٢ - طريقة الاتجاهات

إذا كان لدينا اتجاهات أربعة ن ، هـ ، و ، ز ، ن ، ن وكلها



ومسموحا به يتم على الاتجاهات المقاسة ولإبعاد الرصد من جديد أى أننا  
تتبع شرطاً هنا وهو أن مجموع الزوايا ع ، ل س ، هو ٢٦٠° .

ونلاحظ أن التدرين في الجدول يكون من أعلى إلى أسفل في التيامن ومن  
أسفل إلى أعلى في التياسر . مع ملاحظة أننا لم نغفك المصائر السفلى المرتبطة  
طول رصد الوجهين .

والفرض من أخذ القراءات المختلفة ( متيامن متياسر ) هو الحصول على  
قيم متوسطة وهى أفضل قيمة للزوايا المرصودة إذا أن اختلاف الوضعين التيامن  
والتياسر يلغى أخطاء كثيرة دائمة في الجهاز ، ولانقلب أيضاً على أخطاء التدرين  
بالجهاز فتؤخذ القراءات على أقواس مختلفة من الدائرة الأفقية ( صفر ٠° ، ٩٠° )  
والجدول يبين مثال لطريقة تدرين الأرصاد وحساب الزوايا ع ، ل س ، ص ،  
( شكل ١٢١ ) المرسومة بن الاتجاهات ع ، و ، ١ ، ب ونلاحظ من الجدول  
مايلي .

١ - عمود (٣) أخذنا متوسط قراءات الزوايا الأربعة لكل اتجاه .

٢ - في عمود (٣) أخذنا متوسط الاتجاهات من القوسين وكان الانحسار  
الأخير عند القفل هو ٢٠° ، ٣٦° ، يتنبأ يجب أن يكون ٢٦٠° وبذلك  
يكون خطأ التنقل في الأفق أى بين الاتجاهات هو ٢٠° ثانية .

$$\text{ويكون صحيح كل الأول زاوية } \frac{20}{4} = 5^\circ$$

فيصبح الاتجاه الأول بمقدار ٥° والثاني بمقدار ١٠°

والثالث بمقدار ١٥° والاتجاهات الصحيحة مبينة في العمود (٤)

٣ ... الوابا الصحيحة مبيطة في عمود ( ٥ ) ومجموعها ٣٦٠ ويمكن الحصول عليها بطرح كل اتجاه من الذي يليه .

و هناك أجهزة تبودوليت حديثة تعطى مباشرة القيم المتوسطة لقراءتي الوريثتين بدلا من أخذ قراءة كل منها على حدة وفي مدة الحساب تندمج الحاتين ( قرلة وريية ١ ، قرلة وريية ب ) في خانة واحدة تكتب في كل منها قراءة الجهاز .





## توقيع الزاوية الأفقية

غالباً ما يطلب توقيع معين اتجاه معين يصنع مع اتجاه ثابت آخر زاوية أفقية محددة - فإذا كان لدينا الاتجاه ١ - مثلاً ويراد تعيين اتجاه ٢ - يصنع مع ١ - زاوية أفقية مقدارها ٣٠° ٢٧' ٣٦" - لذلك نضع الخطوط الآتية :

١ - نأخذ الجواز فوق النقطة ج ونضبط الجهاز ضبطاً مؤقتاً

( التمام الأفقية التطبيق ) ، ونوجه التيردوليت توجيهها أساساً على النقطة ( أ ) نجعل صفر إحدى الوريثتين منطبقاً على صفر الدائرة ( الأفقية ) .

ويتم هذا كما سبق بمسامير المجموعة السفلى

٢ - نضع مسار الحركة الأفقية من المجموعة العليا ولدير المنظار ونلاحظ الزاوية حتى تألف إل وضع قريب من الزاوية المطلوب توقيعها - وعند ذلك نربط مسار الحركة الأفقية السريعة ونلف مسار الحركة البطيئة من المجموعة العليا حتى نقرأ الزاوية المطلوب توقيعها بالضبط .

٣ - يتحرك شخص معة شاخص وشوكة لنجم ساء المنظار حتى تظهر صورة الشاخص بداخل المنظار - ثم تتحرك بدلاً من الشاخص شوكة حتى تظهر نهايتها السفلى عند تقاطع الشعرات .

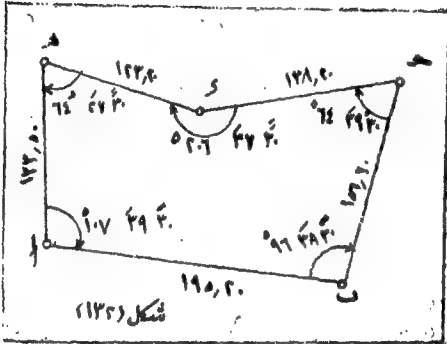
٤ - يمكن تحريك المنظار حركة رأسية لرصد الشوكة ويجب عدم تحريك أو لمس مسامير الحركة الأفقية من المجموعتين أثناء عملية التوقيع .

## ترافرس التيودوليت

سبق أن تعرضنا لتعريف الترافرس ( المثلج ) وأنواعه في باب المضلعات والبوصلة وأوردنا شرحاً مفصلاً لترافرس البوصلة ، وعند التمييز بالأعمال المحاجة الدقيقة فإننا تلجأ إلى ترافرس التيودوليت ، وهو يختلف عن ترافرس البوصلة في أرساده حيث يستخدم التيودوليت في قياس زوايا الترافرس مباشرة ويستخدم الشريط الصلب أو القياس التناكروى في تحديد أطوال المضلع ويقاس كل طول في المضلع مرتين على الأقل ذهاباً وإياباً ويستخرج هنا على نوع واحد من الترافرسات وهو الترافرس المغفل ، هذا وقد سبق تعريفه كما توجد أنواع أخرى من المضلعات وهى الترافرس الموصل والترافرس المفتوح وشبكات الترافرسات . وأرساد الترافرس المطلوبة دائماً هى :

### ١ - قياس زوايا الترافرس      ٢ - قياس أطوال الاختلاف

والمطلوب دائماً هو تحديد الأحداثيات الصحيحة لنقط الترافرس . ويتم قياس الزوايا بواسطة جهاز التيودوليت وتقاس دائماً في اتجاه تسمية الترافرس سواء أكانت الزوايا المقاسة الداخلية أو الخارجية ( شكل ( ١٣٢ ) لدينا الترافرس ، ا ب ح هـ . وتسميته ضد عقرب الساعة لذلك نجد أن الزوايا المقاسة هى الداخلية : هذا ويتم قياس الزوايا بطريقة الزوايا المنفردة في الوضعين الثبات والتماسر .



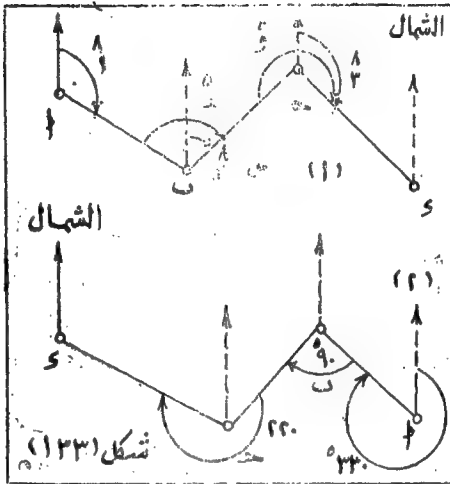
### تعدد الزوايا المتضامات :

الحصول على إحداثيات نقط الأفراس فيجب أن تحول الزوايا المقاسة بعد تصحيحها إلى انحرافات معلومية لانحراف أحد أضلاع المضلع ومثالا لذلك نفرض أنه لدينا المضلع  $ABCD$  وقد قيست الزوايا عند  $B, C, D, E$ ،  
 $H, R$  وكذلك انحراف الخط  $AB$  (١) ولتعيين انحرافات الخطوط  
 $BC, CD$  لدينا شكل (١٣٣ - ١)

$$\text{انحراف } BC = \text{انحراف } AB - S$$

$$= \text{انحراف } AB - (180^\circ - H)$$

$$= \text{انحراف } AB + H - 180^\circ$$



ومعروفا

انحراف ضلع ما = انحراف الضلع المعلوم + الزاوية من الضلع المعلوم  
انحرافه إلى الضلع المطلوب في اتجاه عقرب الساعة  $\pm 180^\circ$

... (١٠١)

وفي الشكل (١٣٣ - ٢) إذا كان انحراف ب ٢٢٠ و

والزاوية ب =  $90^\circ$  = ٢٢٠ فيكون

$$\text{انحراف ب ح} = \text{انحراف ا ب} + ١٨٠ - ٩٠$$

$$٢٤٠ = ١٨٠ - ٩٠ + ٢٢٠ =$$

$$\text{و انحراف ح د} = \text{انحراف ب ح} + ١٨٠ - ٢٢٠$$

$$٢٨٠ = ١٨٠ - ٢٢٠ + ٢٤٠ =$$

$$\text{ولذا كان انحراف ا ب} = ٢٥^\circ \text{ والزاوية ب} = ٤٥^\circ \text{ والزاوية ح} = ١٤٠^\circ$$

فيكون

$$\text{انحراف ب ح} = ١٨٠ - ٤٥ + ٢٥ = ٢٥٠$$

$$\text{انحراف ح د} = ١٨٠ - ١٤٠ + ٢٥٠ = ١٢٠$$

حساب الترافرس

خطوات حساب الترافرس المقل هي

- ١ - تصحيح لوابا الترافرس : ويتم ذلك برسم كروكي الترافرس وموضحا عليه أطوال الاحلاع وقيم الوابا المرصودة - ثم حساب خطأ المقل في الوابا حيث أنه في أي منلع مقل يجب أن يكون :

$$\text{مجموع الوابا الداخلية أو الخارجية} = (٢٧ \mp ٤) \times ٩٠$$

حيث ن = عدد زوايا المثلع ويتم إيجاد الخطأ في الزوايا من مجموع الزوايا المرصودة ومقارنتها بما يجب أن تكون ، بعد ذلك تصحيح الزوايا بتوزيع هذا الخطأ على زوايا المثلع بالتساوي بشرط أن يكون مسموحاً به والخطأ المسموح به في أي مثلع بالتوالي هو

$$\boxed{\begin{aligned} \text{الخطأ المسموح به بالتوالي} &= \sqrt{v_0^2} \\ \text{أو} &= \text{حذف دقة الوردية} \sqrt{n} \end{aligned}}$$

... (١٠٧)

أما إذا زاد الخطأ عن المقدار المسموح به فيجب إعادة العمل كلية أو إعادة رصد الزوايا المتكوك فيها .

#### ٢ - حساب الانحراف الاضلاع

ويتم ذلك بمعلومية انحراف أحد أضلاع المثلع وزواياه المصححة . ومن واقع الانحرافات الدائرية ، تنتج الانحرافات المختصرة .

#### ٣ - حساب مركبات الاضلاع

وقد سبق الكلام عنها في ترافرس البوصلة ونحسب أطوال المركبات الأفقية والرأسية من المعادلات الآتية :

$$\boxed{\begin{aligned} \text{المركبة الرأسية للضلع} &= \text{طول الضلع} \cdot \text{جنا الانحراف المختصر} \\ \text{المركبة الأفقية للضلع} &= \text{طول الضلع} \cdot \text{جا الانحراف المختصر} \end{aligned}}$$

... (١٠٨)

وتختلف الاشارات لما حسب الربيع الذي يقع فيه الضلع كما سبق أن ذكرنا في  
مضلع البوصلة .

### ١ - حساب خطأ القفل في التريجات

في المضلعات المقفلة يجب أن يكون المجموع الجبرى لكل من المركبات  
الاقفية والرأسية مساويا صفر - لذلك نحدد كل من المقدارين  $\Sigma$  س ،  $\Sigma$  ص .  
وإذا فرض أن :

$\Sigma$  س =  $\Delta$  س ،  $\Sigma$  ص =  $\Delta$  ص فتتكون هذه الكيانات هما المركبة  
الاقفية والرأسية خطأ القفل على التوالي ويكون مقدار خطأ القفل مساويا :

$$(١٠٥) \dots \boxed{\text{خطأ القفل} = \sqrt{(\Delta \text{ س})^2 + (\Delta \text{ ص})^2}}$$

$$(١٠٦) \dots \boxed{\text{نسبة خطأ القفل} = \frac{\text{خطأ القفل}}{\text{مجموع أطوال المضلع}}}$$

هذا ويجب أن لا تعتمد نسبة خطأ القفل عن مقدار معين فنلا في زافات  
المدن فإن الخطأ المسموح به هو  $\frac{1}{100}$  وهناك معادلة تختص بالمضلعات في  
الأرض للزراعية :

$$\boxed{\text{الخطأ المسموح به بالم} = 20 + 0.31 \text{ ل} + 1.13 \sqrt{\text{ل}}}$$

(١٧) ...



حيث ل = طول محيط الآفريس بالتر .

وإذا تجاوز خطأ القفل قيمته فيجب إعادة قياس أطوال المضلع أو المشكوك فيه .

#### ٥ - توزيع خطأ القفل في المركبات وحساب المركبات المنصبة

هناك عدة طرق يمكن بواسطتها توزيع خطأ القفل وستكتفى هنا بطريقة (بودنش) وهى طريقة عامة مستخدمة دائما في رافرس التيودوليت وقد سبق لنا التعرض لها في مضلعات البرصلة ( راجع باب البرصلة ) .

#### ٦ - احداثيات نقط المضلع

يتم حساب إحداثيات النقط بالنسبة لمحورين متعامدين أحدهما شمالا - جنوبا ويصحب محور الصادات والآخر شرقا - غربا ويصحب محور السينات وباعتبار أن نقطة الأصل هى إحدى نقط المضلع فيمكن بالجمع الجبرى للمركبات الحصول على الإحداثيات الكلية لنقط المضلع .

#### ٧ - توزيع المضلع على الخريطة

يمكن رسم المضلع إما بمعلومية الاحداثيات السكلية أو بمعلومية المركبات الانفية والراسية للاختلاع . وفى الأعمال الدقيقة يستعمل جهاز خاص لتوقيع هذه النقط وهو جهاز توقيع الاحداثيات ( Coordinatograph )

وفى طريقة المركبات لبتدىء بأى نقطة من نقط المضلع وبأخذ المركبات المصححة الانفية والراسية للاختلاع يتم تحديد باقى النقط رغالبا ما تستعمل إحدى هاتين الطريقتين حيث يمكن لنسبة بعد ذلك حساب وحصر مساحات

المضلعات أو أجزاء منها وكذلك الحصول على أطوال قد يصعب أو يستحيل الحصول عليها من نقطة الطبيعة .

وفيما يلي مثالا لشرح الترافرس المقلل وخطوات الحساب له .

مثال : الشكل ( ١٣٢ ) يمثل كروكي لترافرس مقلل رصدت زواياه الداخلية وقيست أطوال أضلاعه كما هي موضحة والمطلوب حساب المرحكيات الأفقية والرأسية وكذلك إحداثيات نقطة إذا كان انحراف ( ب هو  $10.4^\circ$  وإحداثيات نقطة ( هـ ) ( صفر ، صفر ) علما بأن دقة الورقية للتيردوليت المستخدم هو  $30''$

الحل

أولا - تصحيح خطأ القفل الزاوي

بجمع الزوايا المرصودة نجد أن المجموع هو  $203^\circ 40'$

وحيث أن زوايا المثلث عددها ٣ فيجب أن يكون مجموع الزوايا الداخلية

$$= (2 - 1) \times 90 = 90^\circ$$

∴ الخطأ  $= 203^\circ 40' - 180^\circ = 23^\circ 40'$  المسوح به هو  $23^\circ 40' \times \frac{1}{2} = 11^\circ 50'$

وبتوزيع هذا الخطأ على الخس زوايا بالتساوي فيكون تصحيح كل زاوية

$= 20 - 30''$  فنطرح من كل زاوية  $30''$  فتصبح الزوايا كالآتي :

$$1 = 107^\circ 39' 00''$$

$$2 = 98^\circ 28' 00''$$

$$3 = 74^\circ 2' 00''$$

$$4 = 206^\circ 37' 00''$$

$$5 = 74^\circ 27' 00''$$

$$\text{المجموع} = 540^\circ 00' 00''$$

### ثانياً : إيجاد الانحرافات الخطوط

يتم أولاً إيجاد الانحرافات الدائرية مبتدئين بالخط المعلوم انحرافه وهو  $\alpha$  ب  
وانحرافه هو  $104^{\circ}00'$

$$\alpha = 104^{\circ}00' = \text{انحراف } \alpha$$

$$\beta = 104^{\circ}00' + 96^{\circ}28' = 180^{\circ} + 20^{\circ}28' = 200^{\circ}28'$$

$$\gamma = 200^{\circ}28' + 79^{\circ}17' = 279^{\circ}45'$$

$$\delta = 279^{\circ}45' - 206^{\circ}27' = 73^{\circ}18'$$

$$\epsilon = 73^{\circ}18' - 64^{\circ}27' = 8^{\circ}51'$$

$$\zeta = 8^{\circ}51' + 176^{\circ}21' = 185^{\circ}12'$$

وبهذا نجد أن انحراف  $\alpha$  المحسوب من الانحراف المعلوم وبهذا يكون  
العمل الحسابي صحيحاً .

والانحرافات المختصرة هي

$$\alpha = 104^{\circ}00'$$

$$\beta = 200^{\circ}28'$$

$$\gamma = 279^{\circ}45'$$

$$\delta = 73^{\circ}18'$$

$$\epsilon = 8^{\circ}51'$$

ثالثاً لحساب مربعات الاضلاع وتصحيحاً وكذلك حساب الاحداثيات ونسبة  
خطأ النقل أنظر الجدول .

## الجزء التاسع القياس التاكيمترى

يضمّن القياس التاكيمترى بتحديد المسافات الأفقية وكذلك الأبعاد الرأسية ( فروق المناصب ) بين النقط المختلفة بطريقه غير مباشرة وسريعة وذلك من رافع أرساد تؤخذ بواسطة جهاز يسمى التاكيمتر .

والتاكيمتر هو تيرودوليف مجهز ببعض التركيبات الخاصة لإيجاد المسافات والارتفاعات بإجراء بعض العمليات الحسابية ، وهناك بعض الأجهزة يمكن بواسطتها الحصول مباشرة على المسافات والارتفاعات دون اللجوء إلى العمليات الحسابية .

### استخدام القياس التاكيمترى

يستعمل القياس التاكيمترى فى أغراض كثيرة وأهمها :

- ١ - عمل الخرائط الكوتورية فى الأراضى التى يصعب فيها القياس المباشر
- ٢ - رفع وبيان التفاصيل للمساحات الكبيرة مثل أراضى الاستصلاح .
- ٣ - تحديد معدلات المعمار المسارات المختلفة .
- ٤ - قياس أطوال أضلاع الزايفرات والقياسات الطولية الخاصة فى المساحة باللوحة المستوية .

احداثيات نقل الضلع

أفق	رأس	
صفر	صفر	١
١٨٩٥١٢ +	٤٧٥٤٢ -	ب
١٨٩٥١٢ +	٤٧٥٤٢ -	ب
٥٤٥٩٦ +	١٤٦٥٤١ +	ب ج
٢٤٤٥٠٨ +	٩٨٥٩٩ +	ج
١٣٧٥٩٣ -	١١٥٤٨ -	د ج
١٠٦-١٥ +	٨٧٥٥١ +	د
١١٤٥٤٧ -	٤٥٥٨٤ +	د د
٨٧٢٢ -	١٣٣٥٢٥ +	د
٨٧٢٢ +	١٣٣٥٢٥ -	د ١
صفر	صفر	١ التحق

### تطبيقات الترافرس

بجانب ما يمثل الترافرس أساسا من أهمية في عملية تثبيت مواقع نقط محددة معلومة إحداثياتها ويمكن الرجوع إليها أو الربط عليها فإن هناك تطبيقات كثيرة لترافرس وخاصة المقل ويمكن إيجازها فيما يلي :

- ١ - استخدام الترافرس في تقسيم الأراضي وتعديل الحدود .
- ٢ - إقتطاع مساحة معينة بحط مستقيم محدد .
- ٣ - تعيين طول مسافة بين نقطتين بينها عائق .
- ٤ - تعيين انحرافات خطوط وكذلك الإزاي بين هذه الخطوط .

## مسائل

١ - ترافرس مقفل رصدت أطوال أضلاعه وزواياه فكانت كما يلي :

الضلع	الطول	الزاوية
أ ب	٦٩١	٦٤° ٢٣' <sup>أ</sup>
ب ح	٦١٦	٦٥° ٢٥' <sup>أ</sup>
ح د	٦٧٨	٦٤° ٢١' <sup>أ</sup>
د هـ	٩٧١	٦٤° ٣٤' <sup>أ</sup>
هـ أ	٧٨٢	٦٩° ٣٩' <sup>أ</sup>

فإذا كانت تسمية الترافرس عند عقرب الساعة . وإحداثيات النقطة ١ هي (١٠٠، ١٠٠) فأحسب الإحداثيات المصححة لنقط الترافرس هذا بأن إنحراف ١ ب هو ٢١٠° لحسب المساحة المحصورة داخل هذا المضلع بطريقتين مختلفتين .

٢ - أ ب ح د هـ مضلع قيس أطوال وإنحرافات ثلاثة من أضلاعه فكانت

طول (متر) انحراف

أ	٢٨٦	٨٩°
ب	٢٥٨	١٧٥°
ج	٢٢٤	٢٣٥°

حين طول وانحراف الضلع  $\alpha$  ، وأحسب المساحة المحصورة داخلة .

٣ - ضلع مقفل رصدت أطوال أضلاعه وهيئت زواياه فكانت :

الضلع الطول (متر) الزاوية

$$\begin{array}{l} \text{أ} \\ \text{ب} \quad \alpha = 1 \quad 47.4 \quad 71^\circ \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{أ} \\ \text{ب} \quad \alpha = 1 \quad 66.00 \quad 126^\circ \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{أ} \\ \text{ب} \quad \alpha = 1 \quad 105.0 \quad 40^\circ \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{أ} \\ \text{ب} \quad \alpha = 1 \quad 29.20 \quad 223^\circ \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{أ} \\ \text{ب} \quad \alpha = 1 \quad 70.70 \quad 70^\circ \end{array}$$

عين المركبات الصحيحة لخطوطه وقيمة ممّا القفل وذلك إذا كان الخط  $\alpha$  ب

يتجه شمالاً تماماً



٤ - قطعة أرض مثلية الشكل ا ب ح متساوية الأضلاع طول

ضلعها ٢٠٠ متر وقبست الإوايا فكانت ا ب = ٤٨° ٥٩ ، ب ح = ٦٠° ٨ ، ح ا = ٦٠° ٨

الخارجية = ٢٩٩° ٥٦° وكان انحراف ا ب ح = ٢٧٠° والنقطة ا هي نقطة الأصل حين إحداثيات النقطتين ب ، ح . وإذا أريد تقسيم هذه القطعة إلى قطعتين متساويتين تماما بحيث يمر خط التقسيم بالنقطة ه الواقعة داخل المثلث والى تحرف عن ا ب ٢٠° وتبعد عن نقطة ا ٨٠ مترا ، فحين طول وانحراف حدود التقسيم حبايبا .

٥ - لإيجاد المسافة بين نقطتين س ، ص أخذت نقطتان ا ب ، ثم قبست الواوية من ا ب فكانت ١٢٩° ١٧° والزاوية ا ب ص فكانت ١٧٣° ١٨° فإذا كان ا ب يتجه غربا تماما بطول ٩٥ مترا وطول ا ب = ٩٢ مترا ، ص = ٣٨ مترا فأحسب طول س ص وانحرافه .

٦ - عمل القزافرس اللبين فيما يلي وذلك لتحديد المسافة بين نقطتين س ، ص حيث أن بينهما طائر منج القياس : س ح = ١٢٢ ر ٤٧ مترا ، ح ص = ١٩٣ ر ٤٦ ، ا ب = ٧٢ ر ٧١° ، الزاوية س ح جنوبا تماما أوجد طول وانحراف س ص والمسافة بين ه ونقطة تقاطع ح و مع س ص .

٧ - عين الاتجاهات الصحيحة وأنتج قيم الزوايا المحصورة بين الاتجاهات ا ب ، ح ، د ، ه من واقع الأرصاد التالية التي أخذت لتفضل الأفق حول نقطة ن وذلك في قوسين .

مقیاس			میتامن			
B	A		B	A		
۱۵ ۰۰	۱۸۲ ۱۶ ۲۰		۱۵ ۰۰	۲ ۱۶ ۴۰		۱
۲۶ ۰۰	۲۲۸ ۲۵ ۰۰		۲۵ ۱۰	۴۸ ۲۶ ۲۰		۲
۳۵ ۰۰	۲۸۲ ۳۵ ۰۰		۳۴ ۲۰	۱۰۳ ۳۴ ۳۰		۳
۴۸ ۰۰	۶۱ ۴۷ ۰۰		۴۸ ۱۰	۲۴۱ ۴۸ ۲۰		۴
۵۶ ۱۰	۱۳۶ ۶۵ ۲۰		۵۶ ۳۰	۳۱۶ ۵۶ ۴۰		۵
۱۶ ۱۰	۱۸۲ ۱۶ ۲۰		۱۶ ۴۰	۲ ۱۶ ۲۰		۱
۲۶ ۱۰	۲۴۲ ۲۶ ۲۰		۲۵ ۵۰	۶۳ ۲۶ ۳۰		۱
۳۶ ۲۰	۲۸۸ ۳۶ ۴۰		۳۶ ۴۰	۱۰۸ ۳۶ ۳۰		۲
۴۴ ۳۰	۳۴۳ ۴۴ ۲۰		۴۴ ۳۰	۱۶۳ ۴۴ ۴۰		۳
۵۷ ۵۰	۱۲۱ ۵۸ ۱۰		۵۸ ۲۰	۲۰۱ ۵۸ ۲۰		۴
۰۶ ۲۰	۱۸۷ ۰۶ ۲۰		۰۶ ۴۰	۰۷ ۰۶ ۲۰		۵
۲۵ ۵۰	۲۴۳ ۲۶ ۱۰		۲۶ ۳۰	۶۳ ۲۶ ۲۰		۱

۸- لإیجاد طول نفق من منوالحرافه عمل لازافرس من ۱ ب ح من

فكانت الأطوال بالأمطار من من ۱ = ۹۴۰۰ ، ب = ۱۱۴ ، ح =

۱۲۶ ، ح من = ۸۷

فكانت الزوايا

من من = ۱۴۳۱۵ ° ، ب ح = ۹۷۷۵ °

ب ح من = ۱۲۸۳۳ ° والحراف إسن ۲۱۵ ° عين طسحول

من منوالحرافه



## طرق القياس التاكيدى

تتوزع طرق المساحة التاكيدىة بتنوع الأجهزة المستخدمة وطريقة النظرية إستعمالها ، الأساس الرياضى للقياس التاكيدى هو تكوين مثلثات فراغية فى مستوى رأسى أو أفقى تحصل على المسافة و فرق المنسوب بين طرفى الخط المقيس وذلك من واقع المعلومات المأخوذة من الجهاز وباستخدام مسافة مقطوعة على قامة رأسية أو أفقية موضوعة عند نقطة الهدف وستكتفى هنا بتناول القياس التاكيدى الذى يعتمد على قياس مسافة مقطوعة (وتسمى القاعدة) عند موضع الهدف وتحديد زاوية صغيرة مقاسة بواسطة الجهاز عند موضع الرصد ويمكن تلخيص أهم الطرق المعتادة على هذه النظرية فيما يلى :

١ - طريقة شعرات القياس ( شعرات الاستاديا )

٢ - طريقة الظلال .

٣ - طريقة قضيب الأنفاد .

ويجدر الإشارة هنا بأنه توجد طرق عديدة مماثلة لا مجال هنا لتناولها .

## طريقة شعرات الاستاديا

يستعمل فى هذه الطريقة جهاز النيودوليت كتناكيدىتر وهو مزود بشعراين أفقيتين متخافيتين أعلى وأسفل الشعرة الأفقية الأساسية وعلى بعدين متساويين من الشعرة الوسطى شكل (١٢٤) وتسمى هاتان الشعرتان باسم (شعرتى الاستاديا) وكل النيودوليتات العادية والموادين والبنادق البلاستيكية مزودة بهذه الشعرات ويستعمل مع التاكيدىتر قامة عادية مسطرة كالمتعملة فى الميزانية . وتؤخذ



ح : ارتفاع الجهاز

و : المسافة بين شعري الاستاديا ، ح

م : مركز الشبكة

و : بثورة الفيتية

س : البعد البؤري الفيتية

س : المسافة الأفقية بين القمة والذئقة م

سم : البعد الأفقى بين مركز الفيتية ومستوى حامل الفعرات ا ، ب ، ح

ط : البعد الأفقى بين المركز البصرى الفيتية ومحور الجهاز الرأسى

هـ : المسافة المقطوعة على القمة بين شعري الاستاديا = ا ، ح ، م .

من تقاطع المثلثين ا م ح ، ا م ح لدينا

$$(1) \quad \frac{س}{م} = \frac{ح}{و}$$

$$(2) \quad \frac{1}{س} + \frac{1}{س} = \frac{1}{م} \quad \text{ولكن}$$

وبضرب المعادلة (٢) فى المقدار س ، س

$$(3) \quad س + س = \frac{م}{س}$$

وبالتعويض من (١) عن قيمة  $\frac{م}{س}$  فى (٣) ينتج :

$$ص, س + س = \frac{ه}{و} \dots\dots (٤)$$

وبإضافة للتعداد ط إلى كل من طرفي المعادلة (٤) ينتج أن :

$$ف = ه + \frac{و}{و} (س + ط) \dots\dots (١٠٨)$$

حيث  $\frac{و}{و}$  ، (س.ط) مقادير ثابتة للجهاز وبإسقاط الثابت التاكيمترى (ث) ، والثابت الإضافى (هـ) حل الترتيب

والثابت التاكيمترى (ث) يكون عادة رقما مناسباً (١٠٠ أو ٢٠٠) .

والثابت الإضافى (هـ) تراوح قيمته بين ٣٠ ، ٧٠ ستقيمته حسب نوع الجهاز . ويمكن حساب المسافة الأفقية وللنسوب من المعادلات الآتية :

$$\begin{aligned} \text{المسافة الأفقية} &= \text{الفرق بين قراءتي شرقي الاستيا} \times \\ &\text{الثابت التاكيمترى} + \text{الثابت الإضافى} \\ \text{ف} &= \text{ث} + \text{ه} \end{aligned}$$

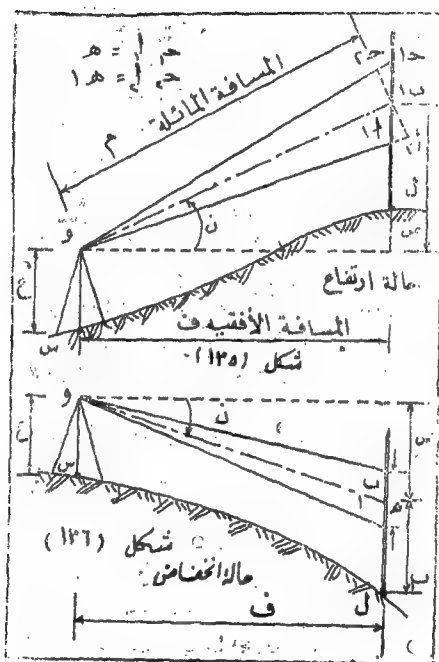
..... (١٠٩)

$$\begin{aligned} \text{منسوب نقطة القمة} &= \text{منسوب نقطة الجهاز} + \text{ارتفاع الجهاز} \\ &= \text{قراءة الشعرة الوسطى} \\ \text{منسوب ل} &= \text{منسوب ه} + \text{ج} - \text{ب} \end{aligned}$$

..... (١١٠)







$$ص = هـ - \frac{ص}{٥} \text{ حنان حان} + (س + ط) \text{ حان}$$

(١١٢)

$$ص = ث + هـ \text{ حنان حان} + ك \text{ حان}$$

أو

(١١٣)...

$$ص = \frac{١}{٤} \text{ ث} + هـ \text{ حان} + ن + ك \text{ حان}$$

$$\begin{aligned} & \text{منسوب نقطة القامة} = \text{منسوب نقطة الجهاز} + \text{ارتفاع الجهاز (ع)} \\ & \text{نحس ص} - \text{قراءة الشعرة الوسطى (ب)} \end{aligned}$$

(١١٤) ...

ويمكن علامة ص (+) في حالة درابها الارتفاع

وعلامة ص (-) في حالة زوايا الإنخفاض

مثال :

جهاز نا كيو متر تقاعد شمراثة الثلاث عن بعضها بمقدار ٠.٧ سم وكان  
البعد البؤرى للعينية ٢٨ سم والمسافة بين المركز البصرى للعينية ومحور الجهاز  
هو ١٢ سم ثم وضعت قامة على نقطة فكانت قراءة الشعرات على القامة الرأسية  
هي ١٢٢٠ ، ١٨٠ ، ٢٤٠ مراً فإذا كان ميل خط النظر ٩° إلى أعلى فمدين  
المسافة الأفقية وبذلك منسوب نقطة القامة إذا كان منسوب موضع الجهم - - - -  
هو (١٠٠٠) وارتفاع الجهاز ١٤٠ متراً .

### الحل

$$ف = \left( \frac{س}{و} \right) \text{ هـ جتان} + ك جتان$$

$$\frac{س}{و} = \frac{٢٨}{٠.٠٧} = ٢٠٠$$

$$ك = س + ط = ٠.٢٨ + ٠.١٢ = ٠.٤٠ \text{ مترا}$$

$$\text{هـ} = ٢٤٠ - ١٢٠ = ١٢٠ \text{ مترا}$$

$$\text{جتان} = ٠.٩٨٦٧ \text{ ، جتان} = ٠.٩٧٥٥ \text{ ، حان} = ٠.٩٥٦٤$$

$$ف = ٢٠٠ \times ١٢٠ \times ٠.٩٧٥٥ + ٠.٩٨٦٧ \times ٠.٤٠$$

$$= ٢٣٤١٢ + ٠.٣٩٥ = ٢٣٤١٥ \text{ مترا}$$

$$\text{المراقبة من ف طان} =$$

$$= \frac{143}{٢٧٠.٨٥} \text{ مترا}$$

$$\text{منسوب نقطة القائمة} = \text{منسوب نقطة الجواز} + \text{ارتفاع الجواز}$$

ص - ب

$$= ١٠٠٠ + ١٢٠ + ٣٧٠.٨ = ١٤٩٠$$

$$= ٢٥٠٣٨ \text{ مترا}$$

### تبسيط في طريقة الاستاديا:

توجد عدة طرق لتبسيط العمليات الحسابية وإيجاد قيم جتا<sup>٢</sup> ن ، جان جتان  
أما فسيحاً يتعلق بتبسيط العمليات الحسابية فقد وضعت في الأجهزة الحديثة  
عدسة إضافية بغرض التخلص من الثابت الإضافي في المعادلات السابقة وذلك  
بجعل مساويا للمفر ويقال عليها ( العدسة التحليلية ) وعندئذ تؤول المعادلة  
العامية إلى .

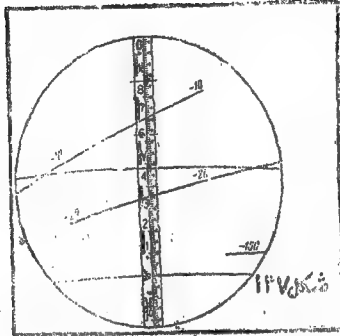
(١١٥)

في = ث ه جتا<sup>٢</sup> ن

وتستعمل حالياً الجداول الرياضية والآلات الحاسبة بنجاح تام لتعيين قيمة  
جتا<sup>٢</sup> ن ، حاه جتا ه ، ص مباشرة . وتوجد كذلك أجهزة خاصة وتركيبات  
الغرض منها هو تبسيط العمليات الحسابية في طريقة شعرات الاستاديا وأهمها  
الأجهزة التي تدار فيها منحنيات الاستاديا آلياً مثل جهاز داليتا أنتاج شركة  
دايس (Dahlia) وغيره من الأجهزة المشابهة .

### تاكيومتر (دايس) (Dahlia)

وهو جهاز تاكيو متر مزود بمنحنيات اختزال مخفورة على قرص زجاجي  
يسور مع المنظار وتقوم هذه المنحنيات بمقسام شعرات الاستاديا الثابتة وتظهر  
هذه المنحنيات، على مستوى -أول الشعرات بواسطة مجموعة من المناشير وشكل  
(١٣٧) يوضح :



- ١ - منحني الصفر ويقوم مقام الصخرة الوسطى في التاكومتر العادي
- ٢ - منحني المسافات الأفقية وثابته وهو ١٠٠
- ٣ - منحني الارتفاعات وله معاملات  $\pm ١٠$  ،  $\pm ٢٠$  ،  $\pm ١٠٠$
- ٤ - خطي أساسيا ثابتة ٢٠ أعلا المنحنيات .

#### طريقة القياس

يوجه جهاز الدالتا الموضوع في طرف الخط إلى القامة الرأسية المرجسودة في الطرف الآخر (وهو في وضع متباين) وبالرصد على القامة فتؤخذ قراءات المنحنيات الثلاثة ، الصفر والمسافة والارتفاع - وتكون القيم ف ، ص كالآتي .

$$(١١٦) \quad \text{المسافة الأفقية ف} = (\text{قراءة منحني المسافة} - \text{منحني الصفر}) \cdot ١٠$$

$$(١١٧) \quad \text{المسافة ص} = (\text{قراءة منحني الارتفاع} - \text{منحني الصفر}) \times \text{ك}$$

حيث  $K$  معامل المنحنى  $(\pm 10, \pm 20, \pm 100)$

ويجعل منحنى الصفر منطبقاً على صفر القامة يمكن قراءة القيمة  $\theta$  جتاً  $\theta$  مباشرة مهما كان شط النظر مائلاً إلى أعلى أو إلى أسفل

حيث أن منحنى المسافة يمثل جتاً  $\theta$  زاوية الميل وتبدأ قيمته بالواحد وتحدد المسافة  $S$  من منحنى الارتفاع حيث يمثل جتاً  $\theta$  وهي تبدأ من الصفر وتزايد مع تغير زاوية الارتفاع والاشارة الموجبة لزيادة الارتفاع والسالبة للانخفاض وتتلق منحنيات الارتفاع عند منحنى الصفر عندما يكون خط النظر أفقى تماماً وقد يستعمل مع الجهاز قامة رأسية خاصة به لتسهيل قراءات القامة وهي قامة عادية ويبدأ صفر تدريجها على ارتفاع  $10$  من القامة وهي مدرجة بالتليمترات من الصفر إلى أعلى باللون الاسود بإشارة  $(+)$  وإلى أسفل باللون الأحمر وبالإشارة  $(-)$ .

مثال :

شكل (١٦٧) يبين مجال المنظار وهو موجه إلى قامة فوق نقطة  $B$  من جهاز دالتا فوق نقطة  $A$  — عين المسافة الأفقية  $AB$  ومنسوب  $(B)$  علماً بأن زاوية إنخفاض المنظار  $23^\circ 8'$  ومنسوب  $A$  هو  $84$  متراً وارتفاع الجهاز هو  $1$  م

الحل

منحنى الصفر يقرأ صفر على قامة دالتا

منحنى المسافة الأفقية يقرأ  $76$  م.

منحنى الارتفاع من (معامل = ١٠) اقرأ ٧٠٢.٠٢٠ متر

منحنى الارتفاع من (معامل = ٢٠) اقرأ ٣٥١.٠٢٠

شعرتا الاستاديا بالجهاز (الثابت = ٢٠٠) اقرأ ٨٧٢.٠٢٠

المسافة الأفقية = ١٠٠ (٠.٢٤٧٦ - صفر) = ٤٧٦ متر

من باستعمال المنحنى العلوى = ١٠ (٠.٧٠٢ - صفر) = ٧٠٢ متر

من باستعمال المنحنى السفلى = ٢٠ (٠.٣٥١ - صفر) = ٧٠٢ متر

ف باستعمال الاستاديا = ٢٠٠ (٠.٨٧٢ - ٠.٦٢٩) = ٢٢.٣٨

$$= ٢٠٠ \times ٠.٢٤٧ \times ٠.٩٨٩ = ٤٧٦ \text{ متر}$$

$$\text{ص} = \text{ف ط ه} = ٤٧٦ \times (-٠.١٤٧) = -٧٠.٢٠ \text{ متر}$$

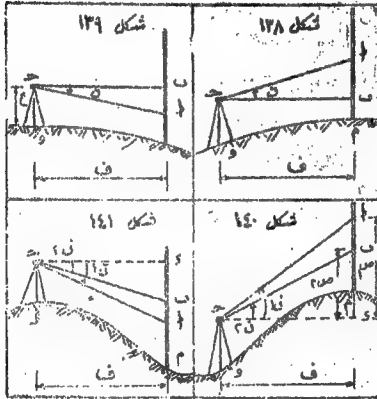
$$\text{منسوب ب} = ٨٤ + ١٥٥ - ٧٠.٢ - ١٤٠ =$$

$$= ٨٥٥٥ - ٨٤٢ = ٧٧١٣ \text{ مترا}$$

## ٢- طريقة القنابل

وهي طريقة يتم بها تحديد المسافة الأفقية و فرق المنسوب وذلك بدون استعمال شعرات القياس وذلك بالتوجيه بالتيودوليت مرتين على القامة المطلوبة رأسياً على النقطة المطلوب إيجاد بعدها — ويتم في كل مرة قراءة الصغرة الوسطى على القامة وقيمة الزاوية الرأسية . نفرض أن المطلوب هو إيجاد المسافة الأفقية ف بين نقطتين مثل (و ، م) والفرق بين منصوبيهما الأشكال (١٣٨ ، ١٣٩ ، ١٤٠ ، ١٤١) فتوضع القامة رأسية فوق م مثلاً ويوضع جهاز التيودوليت فوق (و) ، ولهذا الطريقة حالتين هما :

الحالة الأولى : عندما تسمح طبيعة الأرض بقراءة القامة وخط النظر أفقى  
 يجعل خط النظر أفقى مرة ومائل إلى أعلى أو إلى أسفل مرة أخرى [ شكل  
 ١٣٨ ، ١٣٩ ] وتعين زاوية الارتفاع أو الانخفاض فإذا كانت قراءة القامة  
 وخط النظر أفقى هي ب ، وكانت قراءة القامة وخط النظر مائل هي ١ :



وزاوية الميل هي [ن] فتكون المسافة الأفقية هي :

... (١١٨)

$ف = \frac{\text{قراءة ١} - \text{قراءة ب}}{\text{ظان}}$
--



ويكون منسوب موضع القراءة م هو

$$\text{منسوب م} = \text{منسوب (و)} + \text{ارتفاع الجهاز (ع)} - \text{القراءة (ب)}$$

(١١٩)

الحالة التالية : عند ترخيد نظرات مائلة فقط وفي هذه الحالة يميل خط النظر مرة بزاوية ميل (ن) وتدون قراءة التامة (١) - بعد ذلك يغير زاوية الميل إلى (ن) وتدون قراءة التامة في هذه الحالة (ب) (شكل ١٤٠، ١٤١) ويمكن أن تكون الزاويتان زوايا ارتفاع أو انخفاض ، وفي شكل (١٤٠) لدينا

$$\text{م} = \text{و} = \text{ف} \text{ ظان } \text{ن} , \text{ م} = \text{ب} = \text{ف} \text{ ظان } \text{ن}$$

$$\text{و} - \text{ب} = \text{ف} ( \text{ظان } \text{ن} - \text{ظان } \text{ن} )$$

$$\text{فرق القراءتين} = \text{ف} ( \text{ظان } \text{ن} - \text{ظان } \text{ن} )$$

(١٢٠)...

$$\frac{\text{قراءة ١} - \text{قراءة ٢}}{\text{ظان } \text{ن} - \text{ظان } \text{ن}} = \text{المسافة الأفقية}$$

وعندما تكون ن ، ن ، زوايا ارتفاع فيكون منسوب موضع القراءة م

$$\text{منسوب م} = \text{منسوب (و)} + \text{ارتفاع الجهاز (ع)} + \text{ف ظان } \text{ن} - \text{القراءة ١} \\ \text{أو} = \text{(و)} + \text{ع} + \text{ف ظان } \text{ن} - \text{القراءة ٢}$$

(١٢١) ...

عندما تكون  $N_1$  ،  $N_2$  زوايا انخفاض :

$$\begin{aligned} \text{منسوب} &= \text{منسوب (و)} + \text{ارتفاع الجهاز (ع)} - \text{ف ظ } N_1 - \text{القراءة ١} \\ \text{أو} &= \text{(و)} + \text{ع} - \text{ف ظ } N_2 - \text{القراءة ٢} \end{aligned}$$

... (١٧٢)

مثال :

وضع جهاز تيردوليت فوق نقطة ه وكانت زاويتا إرتفاع نقطتين على القامة فوق ه هما  $3^\circ 15'$  ،  $3^\circ 20'$  عندما كانت قراءة القامة ١٣٦ ، ١٣٦ مترًا على القريب . عين المسافة الأفقية ه و وكذلك منسوب موضع القامة إذا كان منسوب ه هو ٨٤٦٠ مترًا وارتفاع الجهاز ١٤٠ مترًا

الحل

$$\frac{136}{0.0068 - 0.0063} = \frac{136 - 0.24}{\text{ظ } 3^\circ 15' - \text{ظ } 3^\circ 20'} = \text{ف}$$

$$= 2835 \text{ مترًا}$$

$$\text{ص ه} = \text{ف ظ } N_1$$

$$= 2835 \text{ ظ } 3^\circ 15' = 2773 \text{ مترًا}$$

$$\text{ص ه} = \text{ف ظ } N_2$$

$$= 2835 \text{ ظ } 3^\circ 20' = 1761 \text{ مترًا}$$

- ٤٤١ -

منسوب (ب) = (ج) + ح + ص - ا

$$١٥٣٦ - ٧٨٣ + ١٥٤٠ + ٨٤٦٠ =$$

$$= ٨٧٣٧ \text{ مراً}$$

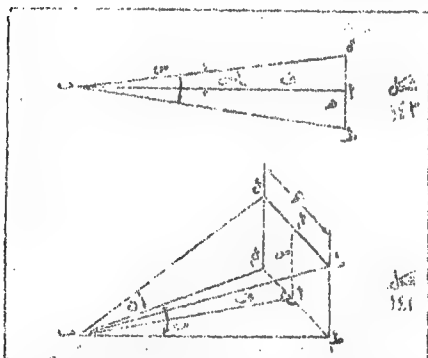
ولتحقيق (ب) = (ج) + ح + ص - ع

$$٠٧٢٤ - ١٦١ + ٧٤٠ + ٨٤٦٠ =$$

$$= ٨٧٣٧ \text{ مراً}$$

### ٣ — طريقة قضيب الأنفاز

تعتبر هذه الطريقة من أدق طرق القياس التناكبر متركب وأحاسها هو قياس الزاوية المحصورة بين طرفي قضيب ذو طول معين ثابت موضوع أفقياً عند طرف الخط ويتم قياس هذه الزاوية بالتبؤدوليت عند الطرف الآخر للخط ويهتبط أن يكون القضيب أفقياً وعمودياً على اتجاه القياس فهو يوضع فوق حوامل مثل حامل التبؤدوليت شكل (١٤٢) .



ويتكون قضيب الأنفاز من ذراع ل ط من مادة الأنفاز طوله متران شكل (١٤٢) ويوضع أفقياً على حامل ثلاثي مسامناً لنقطه أ مثلاً ثم يوضع عند ب جهاز التبؤدوليت وإذا تكون المسافة الأفقية أ ب هي

(١٢٣) ...

$$ا ب = \frac{1}{2} \text{ و ط ل } = \frac{س}{٢}$$

حيث هو = طول قضيب الأنفار وهو محدد بعلامتين  
ويكون فرق الارتفاع من = ف طان

منسوب ١ = منسوب ٢ + ارتفاع التيودوليت عند ب - من - لارتفاع  
الحامل عند ١

... (١٢٤)

#### طريقة القياس :

١ - لقياس الخط ١ ب يثبت قضيب الأنفار فوق حامله مسامتا نقطة (١)  
مثلا بواسطة خيط الشاغول ثم أفقيا بواسطة مسامير التنصوية الخاصة بالحامل

٢ - يدار القضيب باليد حول محوره الرأسى حتى ترصد خلال منظارة  
المصغير خيط شاخول التيودوليت المثبت فوق (ب) والمماس لها وهذا يكون  
خط النظر موديا على اتجاه القضيب

٣ - توجه التيودوليت وهو في وضع متيامن إلى العلامة اليسرى ونقرأ  
الفارة الأفقية ثم ترصد العلامة اليمنى . وبطرح القراءتين نحصل على الزاوية (س)  
ونلاحظ أن طول قضيب الأنفار هو متران وعليه فتكون المسافة الأفقية

... (١٢٥)

ف = طتا ٢ س

وسواء اختلف منسوب التيودوليت عن منسوب قضيب الأنفار انخفضا  
أو ارتفعا فإن المسافة الأفقية لا تتأثر بذلك .

### حالات القياس بالقضيب الانظار

سبق أن شرحنا طريقة القياس بأن يكون القضيب في أحد طرفي الخط المراد قياسه والتبديوليت في الطرف الآخر . وفي هذه الحالة بمقدار الخطأ النسبي المحتمل يريد بإزدياد المسافة ، والحصول على دقة عالية وخطأ لسبب مسموح به فإنه يجب عند القياس أن يأخذ القضيب أوضاعاً مختلفة تبعاً لطول المسافة المقاسة شكل (١٤١) .

الوضع الأول : القضيب عند طرف الخط المقاس مباشرة وهي تصلح للمسافة حتى ٨٠ متر .

$$\boxed{F = \text{خطا } \frac{1}{4} \text{ س}} \quad \dots (١٢٦)$$

الوضع الثاني : القضيب يتوسط الخط المقاس مباشرة

وتصلح للمسافات من ٨٠ حتى ١٦٠ متر

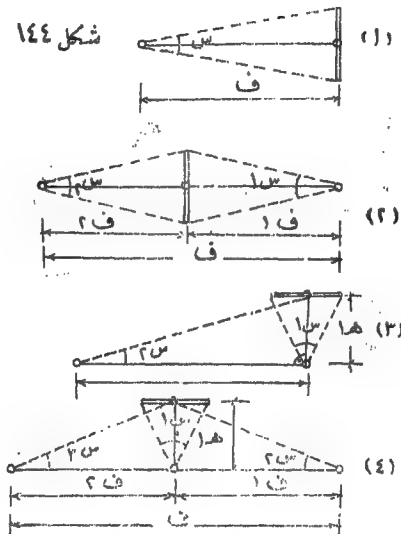
$$F = F_1 + F_2$$

$$\boxed{F = (\text{خطا } \frac{1}{4} \text{ س}_1 + \text{خطا } \frac{1}{4} \text{ س}_2)} \quad \dots (١٢٧)$$

الوضع الثالث : القضيب عند أحد طرفي الخط مع استعمال خط قاعدة

مساعدة وتصلح للمسافات بين ١٦٠ متر حتى ٣٥٠ متر .

شکل ۱۴۴



(١٢٨)

$$\begin{aligned} \text{ف} &= \text{هـ}_1 \text{ ظنا م}_1 \\ \text{ف} &= \text{ظنا} \frac{\text{م}_1}{2} \text{ ظنا م}_1 \end{aligned}$$

الوضع الرابع : القضيبي عند منتصف الخط المقاس مع احتمال خط فاصلة  
مساعدة وتصلح للمساكنات من ٧٥٠ وحتى ٨٠٠ متر

(١٢٩) ...

$$\begin{aligned} \text{ف} &= \text{هـ}_1 (\text{ظنا م}_1 + \text{ظنا م}_2) \\ \text{ف} &= \text{ظنا} \frac{\text{م}_1}{2} (\text{ظنا م}_1 + \text{ظنا م}_2) \end{aligned}$$



## أمثلة

مسألة (١) : أوجد معدل الإحصار بين نقطتين أ ب من واقع الأرصاد الآتية التي أخذت بتاكومتر عند ه مجهول بعدة تحليلية ومباشرة التاكومترى  
 $\equiv 100 :$

موضع القمة الانحراف	قراءة العنبر	الزاوية الرأسية
أ	$100 - 1380 - 2360$	$+ 8^{\circ}$
ب	$2360 - 2320 - 380$	$+ 12^{\circ}$

### الحل

$$\text{المسافة} = \text{ف}_1 = \text{ث ه جتا}^{\circ} \text{ن}_1$$

$$= 100 (2360 - 1380) \text{ جتا}^{\circ} 8$$

$$= 1360 \times 98.06 = 135290 \text{ متراً}$$

$$\text{ص}_1 = \text{ف ظا}^{\circ} 8 = 1360 \times 13.78$$

$$= 2205 \text{ متر}$$

$$\text{المسافة ه ب} = \text{ف}_2 = \text{ث ه جتا}^{\circ} \text{ن}_2$$

$$= 150 (2360 - 380) \text{ جتا}^{\circ} 12$$

$$= 2340 \times 90.68 = 220262 \text{ متر}$$

$$\text{ص}_2 = \text{ف ظا}^{\circ} 12 = 2340 \times 20.34 = 48812 \text{ متر}$$

$$\sqrt{a^2} + \sqrt{b^2} = \sqrt{c^2} \quad \text{لأن الزاوية } \angle C \text{ قائمة}$$

$$a = \sqrt{27811} = \sqrt{(22963)^2 + (10690)^2} = 27811 \text{ مترا}$$

$$\text{منسوب } 1 = (a) + (b) + (c) = 1.80 - 22.05 = 1.80$$

$$1.80 - 22.05 + (b) =$$

$$\text{منسوب } (b) = (a) + (b) + (c) = 22.05 - 48.82 = 26.77$$

$$(b) - (a) = 26.77 - 20.25 = 6.52 \text{ مترا}$$

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{(b) - (a)}{(a)} \times 100$$

$$100 \times \frac{26.77}{27811} = \text{معدل الانحدار}$$

$$= 9.68 \%$$

مثال ٢ : قيس خط  $AB$  بوضع قضيب أنصاف عموديا عليه وفي منتصفه تقريبا ، فإذا كانت الزاويتين للرصودتين عند كل من  $A$  و  $B$  هي  $100^\circ$  ،  $30^\circ$  على الترتيب ، فما هو طول هذا الخط - وهل هذه الطريقة مناسبة لقياسه أم لا ؟

الحل

$$F = F_1 + F_2 = \frac{1}{2} (100^\circ) + \frac{1}{2} (30^\circ)$$

$$٧٢٣٦٩ + ٧٦٣٩٠ =$$

$$= ١٤٨٧٥٩ \text{ مترا}$$

والطريقة مناسبة لأن الخط لم يتجاوز طوله ١٦٠ مترا وأكبر من ٨٠ متر.

مثال ٣ :

في جهاز دالتا كانت قراءة المنحنيات على قمة رأسية عادية هي :

منحنى الصفح هو ١٢٠ متر ومنحنى المسافات هو ١٥٧٦ مترا

منحنى الارتفاع معامل ( + ١٠ ) ١٥٤ مترا

منحنى الارتفاع معامل ( + ٢٠ ) ١٣٧ مترا

ارتفاع الجهاز ١٤٥ مترا ومنسوب موضع الجهاز ٢٤٨٠ مترا .  
منسوب موقع القمة والمسافة الأفقية .

### الحل

$$\text{المسافة الأفقية} = ١٠٠ ( ١٥٧٦ - ١٢٠ ) = ٥٦ \text{ مترا}$$

$$\text{ص} = ( ١٥٤ - ١٢٠ ) \times ١٠ = ٣٤٤ \text{ مترا}$$

$$\text{أو ص} = ( ١٣٧ - ١٢٠ ) \times ٢٠ = ٣٤٠ \text{ مترا}$$

$$\text{منسوب القمة} = ٢٤٨٠ + ١٤٥ + ٣٤٠ = ٢٨٦٥ \text{ مترا}$$

$$\text{منسوب} = ٢٨٦٥ \text{ مترا}$$

## مسائل

١ - وضع تيرودوليت في نقطة جـ بفرض إجهاد منسوب نقطة ا من نقطة  
ب التي منسوبها ( ٨٠ . ٠ ) وضعت قائمتان رأسيتان عند كل من ا ، ب فكانت  
الأرصاحى :

موقع القامة	قراءات الشعرات	زاوية الارتفاع
ا	١٥٨٨    ٢٥٠٠    ٣٥١٢	٤٢ ° ٩
ب	١٥٦٢    ٢٥٠٠    ٢٥٣٨	٣٧ ° ٨

فإذا كان الجهاز مجهز بعدسة إضافية وثابتة التناكرومترى = ١٠٠ . فممن  
منسوب نقطة ا .

٢ - بين معدل الاختلاف بين نقطتين ا ، ب من واقع الأرصاد الآتية  
والمأخوذة بتناكرومتر مجهز بعدسة تحليلية وثابتة التناكرومترى ١٠٠ .

من الجهاز الانحراف	القراءات	الزاوية الرأسية
الى ا    ١٦٥ °	١٥٣٥    ٢٥٠٥    ٢٥٨٠	١٠ ° ١٢
الى ب    ٢٥٥ °	٢٥١٥    ٢٥٢٥    ١٥٢٥	٣٦ ° ٦

٣ - وضعت قامة رأسية ورصدت بليوفوليت عادى ورصدت الزوايا  
الرأسية لحدين على القامة للمسافة الرأسية بينهما = ٢٥٧٨ متر والفرق بين على  
زاوية الارتفاع = ٣٤ . د . ما منسوب نقطة القامة إذا كان ظل زاوية القراءة  
السفلى = ١٦٨ . د . والارتفاع من الأرض الهدف السفلى = ١٥٨٦ ومنسوب  
سطح الجهاز هو ٨ متر تحت سطح البحر .

٤ — القراءات المسأخوذة على قائمة رأسية موضوعة على دريسين مسوية  
 ٣٦٥٠٠ مترا هي ٠٠٤٢ ، ١٠٠٨ ، ١٠٧٢ وكانت زاوية انحناس خط النظر  
 ٦٦° وكانت القراءات المسأخوذة على نقطة أخرى هي ٠٠٨٩ ، ١٠٠٥  
 ١٠٢٦ مترا وكانت زاوية إرتفاع خط النظر ٤٢° ٣٠ . عين مسوية نقطة هو .  
 وكذلك المسافة الأفقية بين موضع الجهاز وهذه النقطة علما بأن ثابتي الجهاز هما  
 ١٠٠ ، ٦٠ سم .

٥ — في جهاز دالتسا كان منحني الصفر يقرأ على قائمة دالتسا ومنحنى  
 المسافة الأفقية يقرأ ٣٣١ مترا ومنحنى الارتفاع هو معامل (١٠٠ -) يقرأ  
 ٠٨٤ مترا ومنحنى الارتفاع هو معامل (٧٠ -) يقرأ ٤٠٢ مترا وإرتفاع الجهاز  
 ١٠٥٢ مترا . عين المسافة الأفقية بين موضع الجهاز والقائمة ونسب نقطة القائمة  
 إذا كان الجهاز موزوع عند نقطة منسوبها ٧٢٠٧٢ مترا .

٦ — قيس خط ا ب باستعمال قضيب الأنفاار وخط قاعدة مساعد عمودي  
 على ا ب وفي منتصفه تماما فإذا كان طول الخط ا ب ٨٠ سم و ٦٩٠ مترا وطول  
 القاعدة المساعد هو ٢٦٨٨ مترا قمين الزاوية المحصورة عند طرف القضيب  
 وكذلك الزاويتين المرصودتين عند كل من ا ، ب .

٧ — قيس الخط ا ب باستعمال قضيب الأنفاار عموديا عليه وفي منتصفه  
 تقريبا فإذا كانت كل من الزاويتين المرصودتين على كل من ا ، ب هي ٢٨° ١٠  
 ٤٢° على الترتيب . فاهو طول الخط — وهل تناسب هذه الطريقة قياس  
 مثل هذا الخط ولماذا ؟

٨ - جهاز تاكيومتر لتباعد شعرائه الثلاث عن بعضها بمقدار ٠.٧٢٥ سم وكان البعد البؤري الفيزيائي ٢٩ سم والمسافة بين المركز البصري للثلاثية ومحور الجهاز هو ١٤ سم ثم وضعت قامة على نقطة فكانت قراءة القمراء على قامة رأسية هي ٢٣٥ ، ١٧٥ ، ١٢٠ مترا وكان خط النظر يميل ٩ درجات إلى أسفل فتمين المسافة الأفقية وكذلك منسوب نقطة القامة إذا كان منسوب موضع الجهاز هو ٨٤ مترا وارتفاع الجهاز هو ١٣٥ مترا .

٩ - وضع جهاز دالتا عند نقطة ب ورصد به قامة رأسية عادية عند نقطة ا فكانت قراءة المنحنيات الصفر والأفقية والارتفاع معامل (١٠٠) هي :

١٠٩٦ ، ٢٠٨ ، ١٠٨٩

ومع عبوت زاوية ارتفاع المنظار وارتفاع الجهاز رصدت قامة رأسية عند نقطة ح فكانت قراءات القمراء هي ١٠٨٩ ، ٢٠٢٨ ، ٢٠٥٩ حين ممددل الانحدار بين ا ، ح إذا كانت الزاوية ب ح هي ٦٠° .

# محتويات الكتاب

## صفحة

١	تمهيد
	الباب الأول
١٧	استخدام أدوات القياس الطول في الرفع
	الباب الثاني
٥٨	المساحة بالبوصلة والمخملعات
	الباب الثالث
٩٩	المخرائط المساحية
	الباب الرابع
١٤٥	المساحة بالورقة المستوية (البلاشيطة)
	الباب الخامس
١٦٣	حساب المساحات وتقسيم الأراضي
	الباب السادس
٢٢٥	الميزانية
	الباب السابع
٢٩٩	المحرم والكميات وتسوية الأراضي

## الباب الثامن

المساحة بالتيودوليت ٢٨٥ ... ..

## الباب التاسع

القياس التاكيمترى ٤١٨ ... ..

---









